STATE OF CONSERVATION REPORT

Islands and Protected Areas of the Gulf of California

(2005, Ref. 1182ter)

MEXICO

42 COM

Index

State of Conservation Report

Islands and Protected Areas of the Gulf of California - MEXICO

A. State of Conservation Report (English)
B. Annexes
    1. Temporary ban agreements
        i. ACUERDO AMP VIG SUSP REDES NGC DOF 170601
        ii. ACUERDO AMPL SUSP REDES NGC DOF 170411
        iii. ACUERDO AMPLIA 3A VEZ PROH REDES NGC DOF 170630
        iv. ACUERDO SUSPENDE USO CIMBRAS Y PALANGRES AGC DOF 170928
        v. ACUERDO SUSPENSION REDES Y ZRP EN BC DOF 100415
    2. Permanent ban agreement
    3. Mexican Fisheries Law LGPAS)
    4. Ensenada Trilateral Meeting Report
    5. Mx US China CITES report)
    6. Embassies Trilateral Meeting Report
    7. MOU DiCaprio Slim
C. Additional information submitted by State Party on 15 March 2018
    8. Scientific articles on Río Colorado and the vaquita
        i. Risk Factor Rojas y Taylor
        ii. Brusca et al 2017 N. Gulf Review
    9. Past Management Plans for 11 of the property's 12 components *(not included in the present document for formatting reasons)*
        iii. 1182-001 APFF Islas del Golfo de California
        iv. 1182-002 RB Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado
        v. 1182-003 RB Isla San Pedro Mártir
        vi. 1182-004 RB El Vizcaíno
        vii. 1182-005 PN Bahía de Loreto
        viii. 1182-006 PN Cabo Plumo
        ix. 1182-008 ROB Islas Marias
        x. 1182-009 PN Isla Isabel
        xi. 1182bis-10 PN Archipielago de San Lorenzo
        xii. 1182-bis-11 PN Islas Marietas
        xiii. 1182bis-12 APFF Balandra
    10. List of Management Plans in property
    11. Report Meeting CIRVA 2012
    12. Report_RB Alto GolfoCyDRC

MÉXICO

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

UPDATED REPORT 2018

ON THE STATE OF CONSERVATION OF THE SERIAL WORLD HERITAGE PROPERTY

ISLANDS AND PROTECTED AREAS OF THE GULF OF CALIFORNIA

(MÉXICO-N1182TER)

United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

World
Heritage
Centre

February 2018

For evaluation by UNESCO World Heritage Committee

CONTENTS

I. Executive summary 5

II. Introduction 7

III. Decree by the secretary of environment and natural resources and the secretary of agriculture that permanently bans gillnets use in the vaquita area, while prohibiting night fishing and enforcing control and monitoring of small vessels (dof 06/30/17) 11

IV. Law enforcement to protect vaquita 17

Operation 17

Capacity Building Programs 18

Investigation and Prosecution 19

Personnel and equipment deployed in the Upper Gulf of California 23

V. International actions through the implementation of the convention on international trade of endangered species of wild fauna and flora (cites) 25

Trilateral negotiations: china-mexico-usa against illegal trafficking of totoaba. 25

Sixty-ninth meeting of the Standing Committee of CITES. 26

Trilateral meeting with the embassies of the People´s Republic of China and the United States of America 26

VI. Ongoing commitment and efforts aimed at the preservation of the critically endangered vaquita and totoaba 29

Vaquita CPR 29

VII. Community programs 35

Subsidy Programs 35

Ghost Nets Removal Program 42

Monitoring of the site 45

A multidimensional strategy for the communities in the Upper Gulf of California 47

Adaptation to climate change in the Upper Gulf of California (INECC) 54

VIII. Memorandum of understanding with the Leonardo DiCaprio and Carlos Slim Foundations 57

IX. Conclusions 59

I. EXECUTIVE SUMMARY

In compliance with Decision 41 COM 7B.15 of the World Heritage Committee, the Mexican Government presents this updated Report on the State of Conservation of the World Heritage Property "Islands and Protected Areas of the Gulf of California", which includes all the endeavors undertaken for the preservation of the vaquita and totoaba species, as relevant elements of the Outstanding Universal Value (OUV) of the site.

The Mexican Government considers important to highlight all efforts taken since June 2017, to address the Recommendations made by the Reactive Monitoring Mission of April 2017. These efforts were included in the position paper presented by the Mexican Delegation to the World Heritage Center and the member States of the World Heritage Committee.

There has been a strengthening of interinstitutional coordination, multiple high-level and operative interinstitutional meetings had been held for a the follow-up of the Recommendations contained in Decision 41 COM 7B.15(12/July/2017), as well as to prepare the Program for the Reactive Monitoring Mission that will take place from February 12 to 16, 2018.

This report:

- Incorporates all the contributions made by the responsible authorities for the preservation of the World Heritage Property "Islands and Protected Areas of the Gulf of California", and begins with a description of all the regulations for fishing activities in Upper Gulf of California, contained in the Official Decrees that have been published in the Official Gazette since 2015, particularly the implementation of the Decree published on June 30, 2017, that bans permanently the use of gillnets in the Upper Gulf of California.
- Presents information about activities performed by law enforcement authorities responsible for the protection of the vaquita.
- Includes the efforts to strengthen the Trilateral Cooperation with the Governments of the People´s Republic of China and the United States of America in the framework of the Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) to combat illicit trafficking of totoaba.

- Describes the Vaquita Conservation, Protection and Recovery Program (Vaquita CPR), which took place from October to December 2017. The Program included the participation of experts from nine countries, and the active collaboration of different national authorities.
- Refers to community programs of CONANP, aimed at strengthening the involvement of local communities for the protection of the Property as a whole, as well as a long term multidimensional strategy for the communities in the Upper Gulf of California developed by INECC.
- Makes a reference to the activities develop so far on the implementation of the Memorandum of Understanding with the Leonardo DiCaprio and Carlos Slim Foundations.

The actions taken by the Mexican Government, local communities and civil society organization described throughout the report, demonstrate the commitment to protect the natural habitat of the vaquita and to create sustainable conditions for its conservation.

Finally, it worth noting that sightings and acoustic detections made of grown up and very young Vaquitas during this period, particularly during the Vaquita CPR Program, are encouraging signs that we are moving in the right direction.

II. INTRODUCTION

The Property Islands and Protected Areas of the Gulf of California, located in northwest Mexico, was inscribed in 2005 as a Serial Property in the World Heritage List of the 1972 Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage for protecting the outstanding diversity of terrestrial and marine life of the region. Comprising of 12 elements, which include the islands within the Gulf of California or Sea of Cortes, and share the marine ecosystem with its high biodiversity.

The previous Report presented in February 2017 on the state of conservation of the property, Islands and Protected Areas of the Gulf of California, included detailed information on the actions taken and highlights the efforts made by the Mexican Government through CONANP for the administration and management of the property. The commitments of Mexico for the conservation of the vaquita and totoaba, endemic species of the Gulf of California, were also incorporated.

Additionally, in July 2017, the Mexican Government, addressing all the recommendations made by the Mission (April/2017), delivered a document describing the Federal actions performed during the first semester to protect vaquita and totoaba.

The actions undertaken at the World Heritage Property included: conservation by means of restoration, monitoring, and eradication of invasive alien species. It operated through advisory councils and social participation with financial assistance of MX$7,854,959 from domestic and external funding in 2016. Between 2014 and 2016, MX$454,258,866 were provided for the execution of subsidized programs aimed at developing conservation policies of ecosystems and their biodiversity, also oriented to the benefit of local communities.

Ecological Scorecards were conducted for the assessment of the state and trends of the Property. These cards gathered information about conservation, opportunities, planning, and relevant features of the property. It also considered social issues such as public use, capacity building, scientific research, wildlife species, and ecosystems conditions.

Additionally, some instruments of public policy detected that a shared and coordinated vision among the multiple stakeholders could provide important benefits towards the conservation of the Property.

The 2017 report included information about the regulatory framework as well as enforcement actions for the conservation of the Upper Gulf of California. It also highlighted the Integral Strategy for the Protection of the Vaquita, implemented since April 15, 2015 through four components:

1) Extension of the protected area;

2) Monetary compensation;

3) Enforcement and surveillance; and

4) Innovation of fishing gear.

It also stated actions taken to strengthen law enforcement against illegal fishing of totoaba and the repopulation of the species in order to diminish the negative effects of poaching.

The Government of Mexico invited a joint World Heritage Centre/IUCN Reactive Monitoring Mission to the site to assess its current state of conservation and evaluate whether it met the conditions to be included in the List of World Heritage in Danger due to the critical status of the vaquita that represents an ascertained danger to the Outstanding Universal Value (OUV) of the site.

The joint Mission took place from 9-15 April 2017 and their report expressed:

"Based on the many consultations the mission conducted throughout the visit, it concludes that the Islands and Protected Areas of the Gulf of California World Heritage property continues to demonstrate OUV and is overall managed satisfactory but illegal, unsustainable and unregulated fisheries are a concern for the protection of the OUV of the property."

The 2017 Mission recommended the implementation of six urgent measures to preserve iconic characteristics of the OUV of the property.

In July 2017, the Mexican Government, delivered to the WHC a document describing the actions performed to address the urgent measures made by the Mission (April/2017), to protect vaquita and totoaba.

The World Heritage Committee, in Decision 41 COM 7B.15 (12/July/2017):

- Notes with appreciation the ongoing commitment and efforts aimed at the preservation of the critically endangered vaquita and totoaba, particularly through the establishment of an unprecedented level of cooperation between different national authorities.
- States serious concerns, that despite the Government's efforts, the vaquita continued to be critically endangered due to the decline of its population.
- Recognizes that other attributes of the property´s Outstanding Universal Value remain in good condition, and that the State Party has started the implementation of the recommendations made by the mission.
- Notes the adoption of the permanent Gillnet Ban in the vaquita´s habitat, which contributes to the strengthening of other activities such as law enforcement and international cooperation.
- Recommends the State Party to submit an updated report on the state of conservation of the property and the implementation of several recommendations during 2017.

III. DECREE BY THE SECRETARY OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES AND THE SECRETARY OF AGRICULTURE THAT PERMANENTLY BANS GILLNETS USE IN THE VAQUITA AREA, WHILE PROHIBITING NIGHT FISHING AND ENFORCING CONTROL AND MONITORING OF SMALL VESSELS (DOF 06/30/17)

In this administration the legal system that regulates the protection of species and fishing activities has been strengthened, with special emphasis placed on the northern part of the Gulf of California.

The gillnet that is colloquially known as "*chinchorro* line", which was the most used fishing gear for shrimp was banned in 2015 in the Upper Gulf of California. From April 11, 2015 to August 31, 2017 there was a suspension of commercial fishing with gillnets, trawling nets, and/or longlines that operated with small speedboats (DOF 04/10/15, 04/11/17 and 01/06 /17). (*Annex 1 Temporary ban agreements*).

Since July 1, 2017, the use of gillnets operated passively in the area was permanently prohibited, and the mandatory use of monitoring devices for small vessels was established, as well as 10 loading and unloading sites. Also, nocturnal fishing was prohibited and the mandatory notice was established in case of fishing gear loss (DOF 06/30/17). (*Annex 2 Permanent ban agreement*).

The publication in the Official Gazette of the Federation (DOF 06/30/17) determines the following rules for fishermen:

- Prohibits the use of gillnets, that operate passively in the area;
- Mandates the use of monitoring devices for small vessels;
- Establishes 10 loading and unloading sites;
- Prohibits nocturnal fishing; and
- Commands to notice the authorities in cases of fishing gear loss.

For this purpose fishermen include: owners of small vessels with fishing permits; captains or fishing masters; motorists or operators; and, fishermen and crew of such vessels, including sport fishermen, sport-recreational fishing service providers, and others carrying out fishing activities in the marine waters of federal jurisdiction indicated in the first article of DOF 06/30/17.

Non-compliance with the provisions of DOF 06/30/17, constitutes an infraction that is sanctioned by SAGARPA, through CONAPESCA, in accordance with the General Law of Sustainable Fisheries and Aquaculture (LGPAS). (*Annex 3 Mexican Fisheries Law LGPAS*)

It should be noted that in the northern part of the Gulf of California there are no other kind of boats, outside of small vessels (including the so-called "gill rafts"), that have gillnets as authorized fishing gear.

Therefore, the gillnet ban for small vessels, in practical terms, constitutes a total and permanent fishing prohibition in the specified marine zone.

Environmental and fisheries' authorities have the power to prohibit and punish the use and transportation of gillnets, as it constitutes an administrative infraction that is sanctioned by articles 132 fraction XVII, 133, 138 fraction II, 140 and 142, of the LGPAS. However, these authorities lack the power to prohibit the production, import, marketing, and distribution of gillnets or their raw material.

The purpose of the aforementioned gillnet ban is due to the possible interaction such nets can have with endangered species, such as the vaquita and totoaba, a situation that is aggravated by the fact that they are also endemic species of this region.

In order to avoid complicating or undermining enforcement efforts, and to ensure the identification of curvine and sierra-fish fishing gear, holders of current permits and concessions for those fisheries, may only use the "enclosure

fishing system", which technical specifications are established in NOM- 063-CFSP-2005, Responsible fishing for curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) in Federal Jurisdiction waters of the Upper Gulf of California and the delta of the Colorado River.

Since 2009 the National Fisheries and Aquaculture Institute (INAPESCA) has been carrying out investigations about different fishing systems for shrimp and small fish in the northern area of the Gulf California, including:

1. Suripera net for shrimp: a highly selective and efficient system that works with wind and marine current, using minimal fuel consumption.

2. Purse seine fishing net and trawling net for sierra-fish: a very selective system of search and enclosure of the school that helps with the targeting of species, and uses minimal fuel consumption.

3. Trawl net for chano: a very selective system.

4. Traps for fish: a highly selective and efficient system with minimal fuel consumption.

In 2016, in response to the declaration of the Presidents of Mexico and the United States of America, the Committee of Experts on Fisheries' Technologies for the Upper Gulf of California (ECOFT), was created with information from 2004. Its purpose is to develop fishing gear alternatives that replace gillnets, support fishing communities, and reduce the negative impact in the environment. It is mainly conformed of experts from the United States, Canada, Scotland, Denmark, Sweden and Finland.

INAPESCA is concluding experiments to determine the technological improvements of the enclosure fishing system. Once the report is completed, it will issue a technical opinion containing said improvements referred to in Article

2 of DOF 06/30/17. INAPESCA has also developed alternative fishing gear that avoids the entanglement of marine mammals, sharks and/or sea turtles during fishing.

In addition, INAPESCA provides training to local fishing communities that are affected by the ban, in support of the development of significant alternative livelihoods using "Vaquita-safe" fishing gear. INAPESCA has trained fishermen from the communities of San Felipe and Bajo Río, Baja California, as well as Santa Clara, Sonora, to use suripera nets to catch shrimp. Further training will be offered as the development of alternative fishing gear advances.

In accordance with Article 4 of DOF 06/30/17, fishermen should report the loss of fishing articles to the local office of CONAPESCA in order to optimize their recovery, as they could be aware of the possible location where the items were lost. Furthermore, these mandatory reports could increase awareness on the negative effects of abandoning fishing gear, and improve the culture of compliance.

Even though the Government of Mexico has not established a fishing gear marking regime that would allow for the identification of fishing communities, fishermen, and fisheries associated with lost fishing gear, it has been working on the recovery of abandoned and illegal fishing equipment. It is also working towards the development of a program for the elimination of abandoned and illegal fishing gear that includes a detailed systematic/regular search protocol. Subject to the technical opinion of INAPESCA and budgetary availability, a program for marking and identifying fishing gear will be explored.

CONAPESCA established an agreement with the Museum of the Whale and Marine Sciences of La Paz, Baja California Sur, to locate and, where appropriate, remove abandoned nets that may be lost in the marine waters of the North of the Gulf of California, threatening marine life.

The above is carried out based on the interagency tracking strategy, designed jointly with the Mexican Navy, Federal Attorney for Environmental Protection

(PROFEPA), Interdisciplinary Center for Marine Sciences (CICIMAR), Autonomous University of Baja California Sur (UABCS), and the Center for Biological Research of the Northwest (CIBNOR), as well as port authorities and environmental NGOs.

Under Article 5, DOF 06/30/17, requires that minor vessels use a remote monitoring system with the technology and features laid out in their fishing permits. In cases of non-compliance, vessels will be sanctioned in accordance with the provisions of articles 132, sections XIV, XXVI and XXVIII; 133; and 138 fractions II and III, of the LGPAS. (*Annex 2 Permanent ban agreement*)

PROFEPA, CONANP, and CONAPESCA are responsible for compliance verification of DOF 06/30/17 in coordination with the Mexican Navy.

IV. LAW ENFORCEMENT TO PROTECT VAQUITA

OPERATION

In compliance with the Comprehensive Attention Program of the Upper Gulf of California, the Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA), the Mexican Navy (SEMAR), the Mexican Army (SEDENA), Environmental Police Task Force (Gendarmería) and National Fisheries Authority (CONAPESCA) must perform actions to help Office of the Attorney General against crime as and protect the vaquita in the Upper Gulf of California.

The main actions are shown in the following table.

Law enforcement actions	
Actions	April,2015 – December,2017
Road verification points	295
Inspections of storage centers	44
Small vessels' verification	4,067
Persons' verification	26,642
Vehicles' verification	8,788
Major vessels' verification	523
Fishing facilities' verification	68
Participants on capacity building programs	2,564
Confiscated vessels	17 major, 208 small
Confiscated vehicles	45
Confiscated fishing gear	1,142
Confiscated fishing product	473,493 kg
Confiscated totoaba & totoaba parts	301 totoabas y 704 bladders

Persons arrested	205

The major vessels confiscated were returned to their owners with a fishing restriction order. The small vessels and vehicles were stored in federal sites. The fishing gear confiscated was destroyed. The fishing product was moved to a destination in accordance to national regulations. Totoaba products were destroyed and moved to destination in the presence of Mexican Navy officers and Police officers.

As a permanent measure in the protection of the vaquita, the Mexican Navy built a naval search, rescue, and maritime surveillance station (ENSAR) in San Felipe, which was inaugurated on October 5, 2017.

CAPACITY BUILDING PROGRAMS

Between April 2015 and December 2017, 2,564 officers participated in capacity building. The main subjects were: identification of marine wildlife species, environmental laws and regulations and, fishing laws and regulations.

A specialized training on identification of totoaba fish, its products or by-products is scheduled for 2018, with the participation of SEMARNAT, SEMAR, Gendarmerie, CONAPESCA, INAPESCA, PROFEPA and Office of the Attorney General (PGR) officials. For this purpose, all the involved agencies will create a working group to suggest improvements to the academic program as well as to identify expert trainers.

It is important to state that Mexican government is promoting the strengthening of institutional capacities, to ensure that the operators of Law enforcement actions are as much capable as possible to get effective results. These actions, in consequence, will provide a "non-human-interaction" environment for vaquita.

INVESTIGATION AND PROSECUTION

Totoaba capture, transport, commercialization, storage, and extraction of this species is considered a federal crime under Article 420, section IV of the Federal Penal Code.

The PGR **investigates and prosecutes** these crimes through the following departments:

- Office of the Deputy Attorney General for Legal and International Affairs;
- Office of the Deputy Attorney General for Regional Control, Criminal Proceedings, and Habeas Corpus Writs (Juicio de Amparo);
- Office of the Deputy Attorney General Specialized on Organized Crime Investigations;
- Office of the Deputy Attorney General Specialized on Federal Crimes Investigations (Specialized Unit on Investigation of crimes under Environmental and other Special Laws);
- Criminal Investigation Agency through the General Division of International Police Affairs and INTERPOL;
- Office of Sonora state; and
- Office of Baja California state.

Sonora and Baja California PGR´s Offices, as well as the Specialized Unit on Investigation of crimes under Environmental and other Special Laws, even before the 2017 amendments to the Federal Law against Organized Crime, prosecuted and investigated several cases under article 420, section IV of the Federal Penal Code, obtaining 21 convictions against 29 individuals, seizing 132 totoaba specimens, 1197 natatorial bladders or "buches" and 490 pieces of this species.

Recently criminal investigations and prosecutions have been initiated against 12 suspects, 24 land vehicles and 8 sea vessels have been seized by federal prosecutors.

Due to the seriousness of these illegal activities that threat the biodiversity of the Gulf of California, which are mostly carried out by criminal groups, since April 7, 2017, this crime may be investigated, prosecuted and punished as organized crime.

The Organized Crime Federal Law strengthens the state's capacity to investigate and punish; opens the possibility of using extraordinary measures or investigative techniques; it creates additional penalties to those imposed to the underlying offense; and, mandatory detention pending trial of the alleged offenders.

Investigations against criminal organizations are highly complex and far-reaching. The purpose of these law enforcement actions and prosecutions are to dismantle their operational and financial networks and capabilities and punish their members. These organizations operate in a sophisticated way and have substantial resources. PGR uses special investigative tools, essential to identify criminal links, networks, and organization structures. Thus, it is not feasible to obtain a successful investigation and prosecution as well as a convictions in the short term.

Currently, the Deputy Attorney General Specialized on Investigation of Organized Crime is carrying out and investigating, under section X, Article 2 of the Federal Law against Organized Crime, a group of people who allegedly control totoaba poaching and force fishermen under threats, to carry out this activity.

Currently, the Public Prosecutor of the Federation is using all available special investigative techniques to build a strong criminal case and gather the evidence necessary to fulfill the requirements of the Federal Law against Organized Crime, in order to dismantle, prosecute, and obtain successful convictions against the referred criminal groups.

Sentences related to crimes linked to totoaba fish

Federal Entity	Convictions
Baja California	9
Sonora	10
Central Sector	2
Total	**21**

Agencies Prosecution Coordination:

- Baja California: in June 2017, PGR reinstalled the regional office of the Public Prosecutor of the Federation in San Felipe, Baja California.

  As of 2015, prosecutors and investigators attended 35 meetings at the Center for Interagency Operations of the Comprehensive Attention Program for the Upper Gulf of California (COI).

- Sonora: On April 25, 2017, the Interagency Committee for the Prevention and Attention of Environmental Crimes was created.

  PGR, PROFEPA and CONAPESCA personnel attended 8 interagency meetings, related to the Comprehensive Care Program for the Upper Gulf of California.

  5 dissuasive operations were carried out in 2017 in Sonora by agents of the Federal Ministerial Police and the Gendarmerie section of Federal Police.

- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC): the Mexican Government is currently analyzing a proposal by UNODC to strengthen law enforcement, investigation, and prosecutorial capacities of Mexican authorities against the wildlife trafficking. This proposal will be financed by the US Government.

- United States of America: PGR and PROFEPA have a close relationship with the Wildlife Service attaché in Mexico, and have been exchanging information on alleged totoaba bladder trafficking, which has been added to the PGR organized crime investigation.

- INTERPOL: The Federal Ministerial Police, through the General Division of International Police Affairs and INTERPOL of the PGR, requested the INTERPOL General Secretariat, in coordination with PROFEPA, the publication of two purple notices to the *modus operandi* of totoaba poaching organizations. The first published on December 1, 2014, and the second published on January 26, 2017. This serves as an alert to the 192 member states of INTERPOL, for the detection of the illegal traffic of wildlife species and its by-products.

PERSONNEL AND EQUIPMENT DEPLOYED IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA

In support of the CPR, during October and November 2017, for the capture and shelter of vaquita marina, the Gendarmerie increased its presence in the Gulf of California from 30 elements to 270 as well as 45 patrol radio vehicles, 1 UH60 Blackhawk helicopter, 1 Colibri helicopter.

This personnel was distributed as follows:

- 99 elements of the XVI Grouping, 23 vehicles in San Felipe, B.C.;
- 33 elements of Special Operations Environmental Mission, with 5 vehicles, in the Gulf of Santa Clara, Sonora;
- 123 elements of the XV Grouping with 15 vehicles, in Puerto Peñasco, Sonora; and
- 10 elements of Special Operations, with two vehicles and 5 elements of the Air Operations Coordination, with 1 Blackhawk helicopter and 1 Colibri helicopter, to perform aerial reconnaissance to support ground units.

The Mexican Navy increased its personnel and equipment as follows:

- 2 Ocean patrols
- 6 Interceptor patrols
- 8 SAR Patrols
- 4 Draft boats
- 2 Jet skies
- 2 Helicopters
- 2 Aircrafts
- 12 Vehicles
- 2 Motorcycles
- 250 Infantry Marines
- 4 Canine binomials

The National Security Commission increased the deployment of 250 elements, eight off-road vehicles and two helicopters. CONAPESCA increased to 34 officers. PROFEPA increased to 34 inspectors and four small vessels. Additionally, in 2017 the Municipal Police of the states of Sonora and Baja California became part of the operation. Check-points have been established in roads, beaches, and piers that are most conducive to illegal activities.

V. INTERNATIONAL ACTIONS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE OF ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA (CITES)

In response to UNESCO Decision 41 COM 7B.15 and particularly to the recommendations derived from the Reactive Monitoring Mission that took place in April 2017, the Mexican Government promoted joint actions with a variety of international stakeholders regarding vaquita protection.

TRILATERAL NEGOTIATIONS: CHINA–MEXICO–USA AGAINST ILLEGAL TRAFFICKING OF TOTOABA.

In the framework of the Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), a Trilateral Meeting between China, Mexico and the United States was held on August 23-25 in Ensenada, Mexico, to generate the necessary synergies required for the survival of vaquita marina and the combat of illegal traffic of totoaba fish.

The Trilateral Meeting agreed to:

- Establish a contact group to combat trafficking of totoaba and strengthen the cooperation and coordination of investigations;
- Consider formalizing international collaboration through the adoption of specific instruments; and,
- Carry out joint international operations when required, and cooperate actively in the international agreements of relevance to stop totoaba trafficking.

Addressing the issue of the illegal capture of totoaba among the three countries will benefit the conservation of the vaquita, due to its bycatch in illegal fishing for totoaba. (*Annex 4 Ensenada Trilateral Meeting Report*)

The three countries also agreed to submit a joint report to the 69th Standing Committee of CITES on the collaborative efforts for the protection of totoaba in compliance with decisions 17.145 and 17. 151.

SIXTY-NINTH MEETING OF THE STANDING COMMITTEE OF CITES.

At the 69th meeting of the Standing Committee of CITES, held in Geneva, Switzerland from November 27 to December 01, 2017, Mexico, in collaboration with China and United States, presented a progress report on the implementation of the decisions 17.145 to 17.151 about the totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and the cetacean vaquita marina (*Phocoena sinus*), which was one of the most prominent issues during the meeting. (*Annex 5 Mx US China CITES report*)

With the support of the CITES community, the Standing Committee decided to develop a study to get updated "intelligence" on the state of conservation of the vaquita and the totoaba, as well as recommendations to effectively combat the illegal trade of the latter.

Mexico expressed its readiness to organize a high-level mission to show the national efforts to conserve the vaquita and combat illegal fishing and trade of totoaba, both species endemic to the upper Gulf of California. The mission will also seek to generate political support to enhance conservation actions. In this context, Mexico extended an invitation to the Secretary General of CITES, Mr. John Scanlon, to participate in the mission.

It is important to state that it is the first time that a coordinated inter-regional effort has been made within CITES towards the conservation of threatened wildlife species.

TRILATERAL MEETING WITH THE EMBASSIES OF THE PEOPLE´S REPUBLIC OF CHINA AND THE UNITED STATES OF AMERICA

With the purpose of strengthening the collaborative efforts to combat the illegal fishing and trade of totoaba, at the request of the Ministry for Environment and Natural Resources on January 23, 2018 a Trilateral meeting with the Embassies of the People´s Republic of China and the United States of America was held in the Ministry of Foreign Relations (*Annex 6 Embassies Trilateral Meeting Report*).

VI. ONGOING COMMITMENT AND EFFORTS AIMED AT THE PRESERVATION OF THE CRITICALLY ENDANGERED VAQUITA AND TOTOABA

VAQUITA CPR

The idea of catching vaquitas to protect them from illegal gillnets began in 2015, when it became clear that the population was dramatically declining, mainly due to the illegal fishing of totoaba to satisfy the black market purchase of its swim bladder in Hong Kong and continental China. In 2017, the International Committee for the Recovery of Vaquita (CIRVA) stated that:

> *"…the only hope for the survival of the species in the short term is to capture vaquitas and bring them into human care".*

Vaquita Conservation, Protection, and Recovery Programme (Vaquita CPR or VCPR), was launched in early 2017 with the goal of providing a safe haven for vaquitas during the introduction of alternative vaquita-safe fishing gear.

The 2017 budget for Vaquita CPR was $4,825,864 USD. The Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAT) provided about 62% ($3,000,000) of that budget. A strong fundraising campaign was coordinated by VCPR, through the Marine Mammal Center in Sausalito, California. The Association of Zoos & Aquariums (AZA) provided $900,000 USD. The rest came from other private donors within of the United Sates. The Mexican Government wishes to recognize and express its appreciation for all the support.

A total of 90 experts from nine countries, Mexico, Australia, Canada, Denmark, Ireland, Netherlands, New Zealand, the United Kingdom and the United States, participated in VCPR.

In October 2017, the Mexican Navy (SEMAR) in coordination with SEMARNAT and the Tourism Secretariat published in de Official Gazette of the Federation

the restriction of all maritime navigation, fisheries and tourism activities in the polygon of 759 square miles of extension, with the objective to preserve the vaquita marina habitat during VCPR operations.

On the same date, all land and sea facilities were ready for the first phase (locating, catching, initial housing and animal care). Activities in San Felipe, Baja California started on October 12, 2017 with a test trial of all the teams: Find, Catch, Human Care and Housing. On October 13, a set of four locations where vaquitas had been acoustically detected over the past weeks were identified, and a visual team located a pair of vaquitas within hours of starting the project. A fleet of 7 vessels converged, but vaquitas proved elusive.

There were other sightings throughout the day; each visual vessel had a sighting, and the last sighting came just before setting the nets, however the operation had to be aborted as light was fading and the Care team felt the conditions were not ideal to assess this first rescued vaquita.

On October 19th, the first vaquita was captured: 6 month old a female calf. Veterinarians determined that the calf was showing signs of stress after capture, and determined that it had to be released.

The weather proved to be problematic throughout the entire operation, for even moderate winds (more than>6 Knots) forced the field operations to stop. Under these conditions it was very hard to detect vaquitas and catch them safely. For almost five days the weather did not allow the work to continue. However, the international team made great progress in their attempt to catch vaquitas.

1. Vaquita Detections

Vaquitas were sighted on 11 field days, where a total of 36 visual detections of vaquitas were confirmed. Sightings involved one, two, or three vaquitas.

Acoustic detection was performed through a sampling grid of 36 sites distributed throughout the Vaquita Refuge on October 11, and were moved as much as weather permitted. Due to the dynamics of the acoustic detections, it was decided to deploy eight more acoustic detectors in the northeast portion of the Refuge on October 29. Hence, the grid was expanded to a total of 44 sampling sites between October 12 and November 5, 2017.

There were 112 acoustic detections in 21 of the 44 sampling sites. Acoustic activity was localized mainly in 5 sites, in the southwest and western areas. Most of the activity was detected throughout daylight hours.

Acoustic activity guided navigation to sightings. These two elements directed the US-Navy Dolphin Detections. There were 29 Navy dolphin detection sessions. It is important to highlight that vaquita detections in its natural habitat during this operation means that the ecosystem is in good health for their wellbeing so that they are “noticeable”.

2. Vaquita Catching

There were two animals captured:

1. Female, immature (V01F); released
2. Female, mature, not lactating, not pregnant (V02F); deceased

The immature female is very significant in terms of vaquita population behavior. It can be understood as the Upper Gulf Ecosystem has good conditions for vaquita breeding and that the population is on its way to recover.

3. Vaquita Care

Specimen V01F was caught on October 18, and while initially considered to be in good condition, the veterinary and animal care team determined that the vaquita was not showing evidence of positively acclimatizing to the vaquita care center pool, and later to the sea-pen facility. Blood and skin samples were collected for cell culture and genetic sequencing.

Specimen V02F was caught on November 4. After showing early evidence of learning to navigate the facility, the animal became dull and an emergency release was initiated. The release was unsuccessful and it was quickly recaptured in order to administer emergency care. After 3 hours of emergency response, the animal went into cardiac arrest and did not respond to resuscitation attempts. A necropsy was performed, tissue samples were collected for histopathology, cell culture, gamete rescue, and genetic sequencing.

The sampling of vaquita tissues allows a huge opportunity to know more about the species, its metabolism, nutrition, general health conditions and moreover the possibility to develop an experimental *in-vitro* reproduction program. This could be an alternative to contribute in a medium-term to the vaquita population recovery.

4. Vaquita identification

Over the course of capture operations, particularly distinctive vaquitas were seen in photographs. Distinctive dorsal fin notches and shapes have been used previously to identify individual vaquitas (i.e., Jefferson et al. 2009). In an attempt to refine abundance estimates and learn about vaquita ranging patterns, dedicated photographic identification efforts were made during all work field days after November 4.

Experienced photographers were placed across the vaquita distribution marine zone to obtain high quality, high resolution dorsal fin images. Upon initial sighting by observers on the Maria Cleofas ship, the closest smaller vessels attempted to approach for photographs. Poor weather and elusive porpoises limited the number of photographs collected during these efforts.

Information gathered from the detections, catching, care, and identification is still being analyzed. Thus, some results and conclusions regarding vaquita CPR program are pending.

5. Next steps

It is important to continue with the strengthen of the vaquita monitoring program in the Upper Gulf of California, due to the importance of increasing certainty of the vaquita population changes through timeline, considering that Mexican government is providing the best conditions avoiding any human-interaction to assure their survival.

VII. COMMUNITY PROGRAMS

The actions taken by the Mexican Government through CONANP, for the conservation and management of the 12 components of the Serial Property Islands and Protected Areas of the Gulf of California are maintained and in many cases strengthened.

The management is performed by CONANP, through the Directors of 12 Natural Protected Areas (NPA), and technical and administrative staff formed of 95 persons, all of them contributing to the maintenance of the natural attributes of the species and ecosystems of the Property. The fiscal budget for operation in 2016 was $7,854,959 MXN and in 2017 was $11,210,131 MXN.

The protection actions include: restoration, monitoring, and eradication of invasive species, through the Management Programs of the 12 NPA. These Programs also consider social participation through Advisory Councils, and Subsidy Programs to benefit local communities.

SUBSIDY PROGRAMS

As was explained in the document SOC Report 2017, the Subsidy Programs provide financial support to public policy strategies that go from combating poverty in rural and urban areas, to building public infrastructure for housing, health, education, amongst others. The benefited population or local governments must comply with certain requirements established in the legal regulations that apply to each case.

The feasibility of conservation in NPA and CPR of ecosystems and their biodiversity depends in large part to the attention received by the rural and indigenous communities, and their active involvement in the implementation of actions for conservation and sustainable development.

To that end, CONANP develops conservation policies that are not only based on restrictions, but also in alternative ways for the use natural resources, ecosystems, and biodiversity.

CONANP is responsible for applying resources to eight subsidy programs, two of which are subject to Operational Rules (Conservation for Sustainable Development Program and Temporary Employment Program) and the remaining subsidy programs operate by means of Internal Guidelines.

Direct beneficiaries of the following subsidy programs: PROCODES, PET, PACE-Vaquita, PROVICOM, and PROMAC, are the inhabitants of populations within the NPA zone of influence. The three remaining subsidy programs: PROCER, PROMOBI, and PROMANP, involve individuals, academic or research institutions, and civil society organizations that are implementing actions or studies for research or conservation in ecosystems and their biodiversity.

Conservation for Sustainable Development Program (PROCODES)

PROCODES has the goal of promoting conservation of ecosystems and their biodiversity in NPA, and their neighboring communities through sustainability programs that include a gender perspective and focus on the indigenous population.

Activities financed by PROCODES include: Community monitoring of coral reefs; conservation and monitoring of sea turtles in their feeding and nesting zones; support for ecosystem conservation and restoration projects; studies of conservation and technical feasibility of projects; beach cleaning and management of solid wastes; community assessments, development, fisheries, and alternative sustainable projects; assessment of quality of subsistence fishing; training courses for park rangers and the general public, on conservation, protection, monitoring, and sustainable management of the area; public awareness; alternative productive projects; and, building of tourism infrastructure.

PROCODES				
	Component of the property	TOTAL 2014-2016*	2017	TOTAL 2014-2017
1	Islands of the Gulf of California	16,191,806	4,737,631	20,929,437
2	Upper Gulf of California and Colorado River Delta	7,530,381	1,405,075	8,935,456
3	San Pedro Mártir Island	2,827,502	828,550	3,656,052
5	Loreto Bay	3,637,320	709,000	4,346,320
6	Cape of Pulmo	3,637,320	1,228,500	4,865,820
7	Cape of San Lucas	1,515,550	342,000	1,857,550
9	Isabel Island	2,286,192	497,120	2,783,312
10	Archipelago of San Lorenzo	1,112,400	200,000	1,312,400
11	Islands Marietas	1,541,972	213,000	1,754,972
12	Balandra	807,741	250,000	1,057,741
TOTAL AMOUNT FOR PROCODES IN MXN		**$41,088,184**	**$10,410,876**	**$51,499,060**
*Information from the 2017 SOC report.				

In 2017, $538,308 USD were invested in 10 natural protected areas of the property that included 123 projects. These actions contributed to the maintenance of the Outstanding Universal Value of the Property and the strengthening of local participation in conservation, management and protection.

Temporary Employment Program (PET)

PET aims to contribute to the socioeconomic welfare of inhabitants of NPA, and their neighboring communities that have been affected by adverse situations impacting their wealth or that are facing income reductions. Funds are granted in exchange of participation of local inhabitants in conservation, restoration, and sustainable use of natural resources.

Examples of activities financed through PET are: surveillance and monitoring of wild and priority species; control of invasive species, cleaning of mangroves, and

sign posting; cleaning of sea bottom and beaches; solid waste management and educational activities through park rangers; and, conservation and monitoring of sea turtles in nesting beaches.

CONANP during 2017 through the Temporary Employment Program spent almost $56,554 USD in support of conservation activities in natural protected areas, as shown in the following table:

PET				
	Component	TOTAL 2014-2016*	2017	TOTAL 2014-2017
1	Islands of the Gulf of California	3,856,468	726,250	4,582,718
6	Cape of Pulmo	1,330,147	241,500	1,571,647
9	Isabel Island	242,720		242720
12	Balandra	628,701	126,000	754,701
TOTAL AMOUNT FOR PET IN MXN		**$6,058,036**	**$1,093,750**	**$7,151,786**
*Information from the 2017 SOC report.				

Natural Protected Areas Management Programs (PROMANP)

In 2016 the subsidy programs of Biological Monitoring in Natural Protected Areas (PROMOBI), Communitarian Surveillance in Natural Protected Areas and Zones of Influence (PROVICOM) and other subsidy programs were merged together under the designation PROMANP.

PROVICOM gives funding for integration of Communitarian Surveillance Committees in NPA and PCR with the objective of implementing preventive actions as a strategy for promoting social participation in activities of surveillance and monitoring, also functioning as an instrument for promoting the conservation of ecosystems and their biodiversity.

Examples of activities financed through PROVICOM are: land and marine surveillance rounds for detection, report, and follow-up of possible

environmental illegal actions, record of incidents, and presence of trained surveyors authorized by PROFEPA; and, communitarian surveillance in sea turtles' nesting areas.

PROMANP Community Surveillance				
	Component	TOTAL 2014-2016*	2017	TOTAL 2014-2017
1	Islands of the Gulf of California	5,781,730	1,331,874.38	7,113,604
2	Upper Gulf of California and the delta of the Colorado River	350,355		350,355
5	Loreto Bay	765,461	147,113.73	912,575
6	Cape of Pulmo	764,861	309,382.19	1,074,243
9	Island Isabel	85,000		85,00
11	Islands of Marietas	761,895		761,895
12	Balandra	362,076	259,382.19	621,458
TOTAL AMOUNT FOR PROVICOM AND PROMANP IN MXN		***$8,871,378***	***$2,047,752***	***$10,919,130***
*This information is from 2017 SOC report				

PROMOBI is contributing to the generation of information about the state of conservation of selected species, other taxonomic groups, and ecosystems, developed with the participation of academic and research institutions and civil society organizations in the implementation of biological monitoring activities in Federal NPA, their neighboring areas, and other regions considered by CONANP to be of conservation priority.

PROMOBI contributes to: the growth of technical and scientific information about the biodiversity, habitat, and ecological patterns and processes; and to advance the availability of qualitative and quantitative information from biological monitoring of individual representative species or taxonomic groups, which strengthens the decision making process for conservation of the natural heritage in custody of CONANP.

Examples of activities funded by PROMOBI are: monitoring of ecosystems, conservation and restauration of reefs, monitoring of sea birds, and monitoring of the sea lion.

PROMANP Biological Monitoring				
	Component	TOTAL 2014-2016*	2017	TOTAL 2014-2017
1	Islands of the Gulf of California	2,199,000		2,199,000
2	Upper Gulf of California and the delta of the Colorado River	1,913,209		1,913,209
6	Pulmo Cape	507,000		507,000
11	Islands Marietas		273,500	273,500
TOTAL AMOUNT FOR PROMOBI IN MXN		**$4,619,209**	**$273,500**	**$4,892,709**
*Information from the 2017 SOC report				

Social compensation program

The investment in 2017 for the subsidy programs of Community Surveillance and Biological Monitoring was almost $120,023 USD.

The Mexican Government established a compensation program for fishermen, recognizing their economic difficulties during the gillnet ban and to avoid social uprisings in the communities neighboring the Upper Gulf of California. This program is carried out by the CONANP. The compensation is based on the average income for fishing in that area.

During 2016 and 2017, the equivalent of $51,990,480 USD was spent in the Program, as described in the following tables:

Compensation Program: monthly breakdown				
Month	Amount (MXN)	Number of recipients	Amount (MXN)	Number of recipients
	2016		2017	
Jan	41,653,178.92	2573	46,817,554.40	2658
Feb	41,769,085.82	2574	42,362,669.00	2658
Mar	41,665,133.36	2573	42,362,669.00	2658

Apr	41,493,971.22	2570	42,362,669.00	2658
May	41,437,971.22	2563	42,362,669.00	2658
Jun	41,485,971.22	2565	42,362,669.00	2658
Jul	41,469,971.22	2564	42,348,669.00	2656
Aug	42,425,781.92	2572	42,348,669.00	2656
Sep	43,093,133.36	2602	42,320,669.00	2652
Oct	42,066,571.56	2619	42,284,669.00	2647
Nov	40,938,571.56	2619	42,276,669.00	2646
Dic	41,828,107.20	2651	42,276,669.00	2646
Total	$ 501,327,448.58		$512,486,913.40	

The compensation program included everyone directly involved with the fishing industry, not just fishermen, from the states of Sonora and Baja California.

Compensation Program: productive chain apportionment				
Actor	Amount (MXN)	Number of recipients	Amount (MXN)	Number of recipients
	2016		2017	
Fishermen	162,016,528.70	1,720	162,512,000.00	1,691
Permit owners	280,418,919.88	141	290,206,913.40	142
Fishing activity related workers	58,876,000.00	812	59,768,000.00	825
Total	$501,327,448.58	2,673	$512,486,913.40	2,658

Compensation Program by Community		
Community	Amount (MXN)	
	2016	2017
Gulf of Santa Clara	284,413,000.00	291,908,314.86
San Felipe	216,914,448.58	220,578,598.54
Total	$501,327,448.58	$512,486,913.40

GHOST NETS REMOVAL PROGRAM

In San Felipe, the fishing cooperative "Islas del Golfo" and the non-governmental organization "Alternative Fishing of Baja California" (PESCA ABC), whose members are fishermen, have actively participated in the Ghost Nets Removal Program. This program was led by the Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAT) and integrated by the National Institute of Ecology and Climate Change (INECC), the Mexican Navy (SEMAR), the Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA), the National Commission of Natural Protected Areas (CONANP), and the Secretariat of National Defense (SEDENA). It also counted with the participation of non-governmental organizations, such as the Sea Shepherd Conservation Society (SSCS), the World Wildlife Fund (WWF-Mexico), the Whale and Marine Science Museum, Parley for the Oceans, and the World Animal Protection.

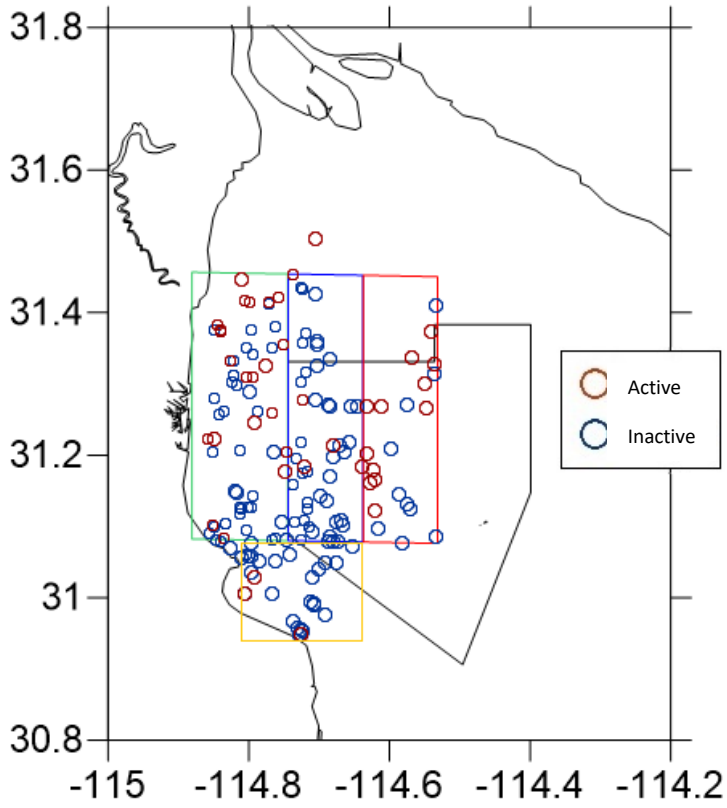
The aim of this program is to reduce the threat that ghost fishing gear represents for vaquita and the whole ecosystem of the Upper Gulf of California.

A program to remove as much gear as possible has continued. During 2017, throughout in 140 days of effort: 396 nets have been extracted, representing an average of 48 tons of weight; more than half (55%) were active nets; 1176 organisms were found (257 totoabas, 25 sea lions, 73 sharks, 4 dolphins, 9 sea turtles, 356 rays, 236 fish from several species, and other invertebrates); and, 88% of the derelict gear extracted was for totoaba fishing gillnets and longlines.

The retrieved nets were safely packed in 191 silo bags and placed in containers. The next step will be for "Parley for the Oceans" to collect the material and recycle it into ecofriendly products.

Ghost nets retrieval program								
Phase of project	Effective days	Start date	Finish date	Nets retreived	Active	Inactive	Tons of nets	Bags of nets
I	21	10/Oct/16	15/Dec/16	105			9.3	
IA 2016	5	16/Dec/16	31/Dec/16	17	16	1	47.5	

IA 2017	67	01/Jan/17	10/Apr/17	184	141	40		143
II	33	11/Apr/17	16/Aug/17	94	33	61		
III	40	21/Sep/17	08/Dec/17	118	30	88		48
Total	**166**			**518**				**191**
Effective work days/2016			26	Retreived nets/2016				122
Effective work days/2017			140	Retreived nets/2017				396
			Total	**166**			**Total**	**518**



"Alternative Fishing of Baja California" (PESCA ABC), has participated with the World Wildlife Fund (WWF-Mexico) in testing alternative fishing gear.

The fishing cooperative "Islas del Golfo" has also participated in the acoustic monitoring of the vaquita led by experts (Lorenzo Rojas and Armando Jaramillo).

A community group from San Felipe and Golfo de Santa Clara, led by the Environment Defense Fund (EDF) and CONAPESCA participate in the Administrative monitoring of the Curvina Fishery Catch Shares Program.

Different community groups participate in environmental education, monitoring, and protection of biodiversity and other endangered species.

Since 2013, the Mexican Government has been designing, planning, and implementing a Climate Change Adaptation Plan for the Midriff Islands Region, with a gender and an intercultural approach, which includes Protected Areas of the property, as a collaborative effort among federal, state, and local authorities, academics, non-government organizations, and local community. According to Lorena Aguilar, Senior Advisor of the IUCN Gender Program, this is the first example she knows of a Climate Change Program for Protected Areas that is built with a gender and intercultural approach.

In 2016-2017, CONANP with funds from the German Assistance for Cooperation Office (GIZ) built a Strategic Plan for the Conservation of the Upper Gulf and the Gulf of California Islands (in its northern region) with the participation of different experts and institutions. A Conceptual Model of the site was developed through this process, including conservation targets, threats, and disturbance points. It identified and developed strategies to reduce the threats, though one of the most important threats was climate change, which was not incorporated to the plan due to its complexity. We have now an Ecosystems Model of The Upper Gulf Area, which includes 64 functional groups, 40 years of data of the fisheries in the area, and the incorporation of projected changes in temperature, pH levels, and the composition of Phytoplankton. This information provides an estimate of the potential vulnerability of the ecosystems and the communities dependent on them for the Upper Gulf. During the first months of 2018 CONANP has begun the process for building a Climate Change Adaptation Plan for the Upper Gulf Biosphere Reserve and influence zone incorporating experts, government institutions and society.

It is important to state that Mexican government is promoting the strengthening of institutional capacities, to ensure that the ghost nets removal

program continues and increases its results achieving a "gillnet-free" ecosystem for vaquita.

MONITORING OF THE SITE

CONANP and other collaborators worked on the publication of *Fichas de evaluación ecológica (FEE) de áreas naturales protegidas del noroeste de México1,* (Ecological scorecards of natural protected areas in northwestern Mexico), which presents the results of information gathered through a series of workshops with scholars and civil society researchers, about water, habitat, biological resources, and activities for the conservation of the NPA.

Ecological scorecards are a methodology for evaluating the state and trend of three components of ecosystems: water, habitat, and biological resources. Reports made with ecological scorecards have the advantage of assessing the current conditions of resources in NPA in a standardized way.

The following is the scale of colors and symbols used to determine the status and trends of the site (in relation to the 12 standardized questions):

State	Outstanding	Good	Acceptable	Deficient	Critical	Not determined

Trend	Improving quickly	Improving	Stable	In degradation	In quick degradation	Not determined
	⩔	^	-	v	⩕	?

[1] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016. *Fichas de evaluación ecológica de áreas naturales protegidas del noroeste de México.* 240 pp. Disponible en línea: https://simec.conanp.gob.mx/evaluacion.php?menu=4

Two types of scores are used to answer the questions: the first, relative to present conditions, and a second one referring to foreseen future trends.

By 2017, the Ecological Scorecard for Alto Golfo de California Biosphere Reserve was updated. The following charts are a summary of the comparative results of the two scorecards:

Terrestrial / coastal environment			
Resource	Item	2013	2017
Water	Human activity	^	v
	Nutrient effect	-	-
	Human health	-	^
Habitat	Human activity	v	>
	Pollution	^	-
	Extension & Distribution	-	^
Living resources	Human activity	^	-
	Species captured	-	-
	Key species	^	-
	Endangered species	-	-
	Alien species	-	-
	Biodiversity	^	-

Marine environment			
Resource	Item	2013	2017
Water	Human activity	-	-
	Nutrient effect	-	-
	Human health	-	-
Habitat	Human activity	-	-
	Pollution	-	^
	Extension & Distribution	-	-
Living resources	Human activity	?	-
	Species captured	?	-
	Key species	?	-
	Endangered species	v	-
	Alien species	-	-
	Biodiversity	?	-

A MULTIDIMENSIONAL STRATEGY FOR THE COMMUNITIES IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA

Since June 2017, INECC has worked on the basis for a multidimensional strategy that can help the communities in the Upper Gulf of California region, especially in Santa Clara, Sonora and San Felipe, Baja California. The objective is to make a transition towards an economic model beneficial to the community, by promoting a regional and integral development scheme that incorporates new areas of opportunity in a context of sustainable development and adaptation to climate change. In that sense contributing to the protection of the threatened and endangered species, particularly the endemic vaquita marina.

In order to fully deploy this strategy, a protocol for a joint and convened action by the state governments of Baja California and Sonora; an effective inter-secretarial collaboration at a federal level; and, an active contribution of the communities should be developed.

The strategy considers the following areas of opportunity:

I. Responsible fishing
II. Aquaculture
III. Sustainable exploitation of land flora and fauna
IV. Tourism
V. Climate change adaptation

I. Responsible fishing: consists on the adoption of effective fishing practices, gear, and methods, which do not cause bycatch of vaquitas.

I.1 Sport Fishing of Totoaba - Auction mode –

- The initial investment for the project is of 5.5 million USD, which includes the acquisition of 100 yachts, special hooks (catch and release), and global positioning systems (GPS).
- A 10% annual growth in the number of vessels is assumed.

- By the fifth year an estimated income of 20 million USD is expected to be generated by a fleet of 146 yachts in operation.
- This option generates a Net Present Value (NPV) of 52 million USD (considering a period of five years).

The feasibility of this option is considered as: Moderate To implement this option, it will be necessary to modify the Mexican standard NOM-059-SEMARNAT-2010, and also decrease the protection level under the Convention on International Trade of Endangered Species (CITES), to maintain a sustainable level of exploitation and its market value.

I.2. Sustainable Fishing (Blue Shrimp, Chano, Sierra, Curvine)

Taking into account the data provided by INAPESCA, this option would generate income for both communities (El Golfo de Santa Clara and San Felipe), of almost 5 million USD in the first year and 17.24 million USD in the fifth year.

The cost of this option for a period of five years, requires an initial investment of 7 million USD for the purchase of fishing gear and 160 USD for the cost of the global positioning equipment of each vessel. The NPV is as high as 41 million USD. It is worth mentioning that by the first year, 300 boats would be equipped, and by the second year, the fleet would reach 648 equipped units (INAPESCA).

Feasibility: High, however, resistance by the fishermen to the adoption of new technology is expected[2].

I.3. Integral consumption Totoaba (Auctioning)

Economic potential: the income derived from one ship amounts to 0.21 million USD, with a fleet of 50 boats the income would reach 12.11 million USD per season.

The financial projection for the fifth year would be 17.7 million USD considering a fleet of 73 boats. The NPV is expected to reach 45 million USD. Each vessel would be equipped with special hooks (catch and release), and would presumably capture about 30 units per season (February-May).

[2] INAPESCA consider sustainable arts of fishing: suripera network, RS-INP-MX trawl net, encirclement network, multi-line trolling, trawl net and traps.

To implement this option, it will be necessary to modify the Mexican standard NOM-059-SEMARNAT-2010, and also decrease the protection level under the Convention on International Trade of Endangered Species (CITES), to maintain a sustainable level of exploitation and its market value.

II. Aquaculture: for this area of opportunity the establishment of aquaculture modules for different species was assessed in collaboration with INAPESCA, CONAPESCA, and CONANP. The selected species are: white shrimp, totoaba, bivalve molluscs, and algae, for each species, small-scale technological packages were designed.

II.1. White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

- An initial investment of nearly 0.3 million USD is required for installing one hectare.
- This infrastructure would generate a NPV (across five years) of nearly 0.5 million USD, creating 20 direct jobs, and 20 indirect ones per hectare.
- The initial investment would be recovered within two years.

II.2. Totoaba (*Totoaba macdonaldi*).

- An initial investment of nearly 0.15 Million USD is required for installing one hectare.
- This infrastructure would generate a NPV (across five years) of nearly 0.66 million USD, creating 10 direct jobs, and 10 indirect ones.

Due to its protected status (NOM-059-SEMARNAT-2010), its captive breeding must be developed through a Wildlife Management Unit (UMA in Spanish).

II.3. Clams

This option considers the following *bivalve molluscs*: *Squalid callista* (*Megapitaria squalida*), *Chione fructifraga,* and the Cortes geoduck *(Panopea globosa).*

Economic potential (data subject to revision):

- An initial investment of nearly 0.17 Million USD is required for installing one hectare.

The three identified species are found in the region and are commercialized nationally and internationally. However, clams are generally slow-growth species. Consequently, income is usually generated after two years.

It is recommended to establish experimental modules in both communities. Depending on the species' success, the number of production units should grow in the medium-term.

Capacity building for maintenance and operation is required for the establishment of the modules, as well as commercialization channels and economic incentives that promote the economic conversion. It is also recommended to provide economic support to promote this projects, given the species' slow-growth.

II.4. Green and Red Algae.

This alternative considers the production of diverse algae species: green and red (*Ulva* spp, *Gracilaria* spp, among others), as well as brown (*Sargassum* spp)

- An initial investment of nearly 0.05 million USD is required for installing one hectare of green and red algae, which produces 0.02 million USD annually. The initial investment is recovered in three years.

Commercialization channels need to be identified and secured.

II.5. Japanese Oyster (*Crassostrea gigas*).

- An initial investment of nearly 0.015 million USD is required for installing one hectare of Japanese oyster.

A well-known barrier is, that it is an exotic species in the region and its introduction is not permitted.

III. Management of Terrestrial Flora and Fauna

This area of opportunity considers the rational use of biotic terrestrial resources on the RAGC for its conservation. It also considers the generation of additional income for the communities of Santa Clara, Sonora and San Felipe, Baja California.

It would be developed under the umbrella of the System of Management Units for Wildlife Conservation (SUMA, for its acronym in Spanish), created in 1997 and which has had successful results.

III.1. Intensive Management Units for Wildlife Conservation (UMA) of local cacti with a gender approach.

The region has 228 species of flora, out of which at least 15 of them are endemic and 20 have current or potential commercial use (CONANP, 2007), within the exploitable cacti, the biznaga, cholla, and cardón (or sahuaro) stand out. Their economic potential is significant, given the high national and foreign demand by cacti collectors.

Additionally, Mexico is a member of CITES, which allows national and international legal commercialization of such species.

It is estimated that the establishment of an UMA of local cacti is a medium-term option (two to three years) due to regulatory requirements for its establishment and registration, as well as for the construction of the necessary infrastructure and the slow growth rate of cacti species.

III.2. Hunting UMA

Economic potential: annual income of 0.095 million USD per UMA and an estimated NPV of 0.36 million USD. It exclusively considers bura deer (*Odecoileus hemionus*) and white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) at a 15 per cent rate of exploitation of a population of 100 bucks, at a price of $4,500 and $1,500 USD, respectively.

The option could create between 10 and 15 temporary jobs.

The establishment of hunting UMA has had good experiences with vulnerable species such as the Bighorn sheep (*Ovis canadensis*) whose population has doubled in the Vizcaíno Biosfere Reserve, Baja California Sur since it was vested

as an UMA in 1995 and it generated a revenue of 2.5 million USD in 12 hunting seasons (CONABIO, 2010).

IV. Tourism:

It is an activity that can generate a revenue of 40 million USD over the first 5 years, and from the sixth year onwards a total of 24 million USD per year.

The required direct investments to achieve the productive options in the field of tourism development are 7.5 million USD, whereby additional investments in improved infrastructure and promotion of the region as a tourist destination, would bring the total investments to a level of 13.6 million USD. It is foreseen that the split between private and public investment would be 60/40 percent, respectively.

The destination would grow during 5 years from a relatively low level of occupancy of 30% to an average level of 50%, which is considered standard for this type of destination.

The total level of investment would be recovered within ten years.

IV.1. Development of high-end hotels, remodeling and extending the destination capacity by 80% over 5 years.

Economic potential: income revenues over a five year period of 18.7 million USD, growing from an initial first year 1.4 million USD up to a yearly revenue of 6 million USD in year 5, considering an initial investment of 2 million USD.

In San Felipe there are just over 20 hotels, all of which will require remodeling. The considered timeline is divided in two:

- Short-term for the remodeling of existing rooms, and
- Medium (2-3 years) to long-term for the building of new units.

The principal barrier is the relatively high level of investment required.

IV.2. Development of RV Camps for longer stays.

Economic potential: estimated revenues of 10 million USD over a period of 5 years, counting on an initial investment of 900,000 USD, considering that separate investments will be dedicated to enhance other activities in the area. In both towns, RV Camps already exist, whereby Santa Clara´s are actually the most up-to-date.

Taking into account that the region undergoes an integral development. The most important barrier would be the level of investment required to promote the destination to American tourists, which must be properly targeted, due to the fact that 90% of the tourists come from the United States.

IV.3. Sustainable Adventure Tourism

The projected level of revenue is 1.5 million USD over 5 years, considering an investment of 650 thousand USD.

Adventure tourism is well appreciated in the region, with this measure existing assets will be updated, new routes considered and a larger assortment of equipment made available.

IV.4. Ecotourism and flora and fauna watching

Ecotourism development goes hand in hand with all the efforts being planned for the region, including: bird watching, and nature photography.

Additionally, marine species watching complements this option particularly with whale watching. Over 2.4 million USD revenue can be generated over 5 years, with an initial investment of 650 thousand USD.

IV.5. Development of astronomical observation tourism.

Economic potential: this activity complements the development of tourism in the area, with sky observation vantage points and field trips to nearby observatories. Estimated revenue over 5 years is 3.5 million USD through an investment of one million USD.

ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA (INECC)

Mexico is a country particularly vulnerable to climate change, hence adaptation to its impact is a priority.

Adaptation must be aimed at reducing the vulnerability of communities to the effects of climate change. This process should start through the evaluation of current and future vulnerabilities, considering multiple climate change scenarios and recognizing that it does not have the same impact over different groups in the same community, such as: women, children, and elderly.

For the comprehensive land use planning of the Upper Gulf of California (UGC), which includes the introduction of new productive activities, a systemic approach has to be considered taking into account:

a) The supplies that will be needed for the new productive activities, and the environmental impacts of these activities;
b) The involvement of local communities in all the stages of the projects, ensuring the appropriation and acceptance of the measures to be undertaken. This social involvement must focus on gender equity and human rights.

The region UGC has an extraordinary biological richness. On one side, it has high levels of endemism like the vaquita and totoaba; and on the other, it is a sanctuary for the reproduction and growth of animals with a wide distribution such as whales. Considering these features, it is compelling to promote actions with an ecosystem-based adaptation approach (EbA), which consists of "use of biodiversity and ecosystem services, as part of a broader adaptation strategy, to help people adapt to the adverse effects of climate change" (UICN 2012).

Currently, the following information has been identified for the environmental characterization of the region:

1. Evaluation of the current state of the region that includes:

- Types of vegetation from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI)
- Characterization of the biodiversity of species.
- Description of the land use and productive activities.
- Description of the land tenure scheme.
- Conservation policies in the region (management program of the Upper Gulf of California biosphere reserve, and the delta of the Colorado River, detection of the coastal watersheds and wetlands of the Upper Gulf of California) (INECC, CONAGUA, 2016).

2. Evaluation of climate change vulnerability that includes:

- Description of the current and future climate in the region, considering climate change scenarios as cartographic inputs.
- Delimitation of potential areas affected by sea level rise of 1 and 2 meters (INECC-CICESE, 2014) as cartographic inputs.
- Municipalities vulnerable to climate change.
- Analysis of the institutional capacity at a municipality level to promote adaptation.

VIII. MEMORANDUM OF UNDERSTANDING WITH THE LEONARDO DICAPRIO AND CARLOS SLIM FOUNDATIONS

UNESCO-World Heritage Committee decision 41.COM.7B.15 regarding the property Islands and Areas of the Gulf of California, recommended Mexico to get close to the communities involved with totoaba and vaquita conservation to promote the adoption of sustainable fishing practices. Since vaquita situation is wide known, several agencies and non-governmental organizations offered help to the Mexican Government.

Thus, Mexican President's office had a virtual meeting on July 12, 2017 with Leonardo DiCaprio Foundation, Carlos Slim Foundation and other NGOs.

During the meeting four task forces were established *(Annex 7 MOU DiCaprio Slim)*:

1. Regulatory/Legal Affairs Task Force (Chair: Secretary Rafael Pacchiano, SEMARNAT)
   Goals:
   a. Convert the temporary ban on gillnets to a permanent ban covering all gillnet fisheries throughout the range of the vaquita in the upper Gulf of California.
   b. Increase enforcement capacity and effectiveness to prevent the illegal use of gillnets

2. Economic Development & Community Building Task Force (Chair: Peggy Turk-Boyer, *Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos,* CEDO)
   Goal:
   a. Develop and implement plans in the Gulfs of Santa Clara and San Felipe that effectively engage local communities to design a future that promotes efforts towards economic development of the communities and sustainable development, including a transition to sustainable fishing practices.

3. Fisheries Task Force (Chair: Laura Rodriguez, Environmental Defense Fund, EDF)
   Goals:

a. Fund and implement an integral permanent program to remove and dispose of illegal and derelict fishing gear from vaquita habitat in the upper Gulf of California.
b. Accelerate and streamline efforts to develop alternative fishing gear that does not result in the entanglement of vaquita, and establish "vaquita-safe" fisheries.

4. Vaquita CPR Task Force (Chairs: Lorenzo Rojas-Bracho, CONANP & Cynthia Smith, National Marine Mammal Foundation)

   Goal:
   a. Provide sanctuary to the remaining vaquitas, which may include the creation of a breeding program in sea-based pens.

Two other task forces have been created after the first meeting: Financing & Due Diligence, under Lorenzo Rosenzweig (*Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza*, FMCN), and Communications, under Keith Shattenkirk (Leonardo DiCaprio Foundation).

On September 29, Leonardo DiCaprio informed that the Marisla Foundation had generously offered the services of Blue Earth Consultants to help coordinate calls, develop an action plan, and identify collaborative opportunities across the task forces.

IX. CONCLUSIONS

The actions taken by the Mexican Government, local communities and civil society organizations described throughout the report, demonstrate the commitment to protect the vaquita, its natural habitat and to create sustainable conditions for its conservation.

It is worth noting that sightings and acoustic detections made of grown up and very young vaquitas during the Vaquita CPR Program, are encouraging signs that the Government's efforts are moving in the right direction. The presence of young vaquitas can be interpreted as having an ecosystem with adequate conditions for vaquita breeding, which could result in the growth of population.

Furthermore, sampling vaquita tissues is an important source of information to better understand the metabolism, nutrition, and general health conditions of this species. Most importantly it creates a window of opportunity to develop experimental programs that could contribute to the recovery of the vaquita population.

The Government is aware of the importance of continuing its work to strengthen its conservation laws, regulations and policies in the Upper Gulf of California. The main factor for vaquita recovery is the strengthening of institutional capacities, particularly in law enforcement in order to ensure that the vaquita environment is free of human harmful interaction, which is mostly caused by gillnets. The continuation of the Ghost Nets Removal Program will also contribute to achieve this goal.

Finally, is important to recognize the efforts made by all the stakeholders that have been mentioned in this report.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se amplía por segunda ocasión la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril del 2015.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 26 y 35, fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 8o., fracciones I, III, XII, XXXVIII, XXXIX y XLI; 10, 17, fracciones VII, VIII, y X, 19, 29, fracciones II; 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; y 1o., 2o., letra D, fracción III, 3o., 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, vigente, en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2001, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, decidió establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie, mediante el Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015;

Que el 11 de abril de 2017, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se amplía la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015; ampliándose desde su fecha de publicación y hasta el 31 de mayo de 2017.

Que la Dirección General Ajunta de Investigación Pesquera en el Pacífico del Instituto Nacional de Pesca "INAPESCA", mediante oficio RJL/INAPESCA/DGAIPP/0655/2017, emitió opinión técnica recomendando ampliar la vigencia del citado Acuerdo.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, he tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE AMPLIA POR SEGUNDA OCASIÓN LA VIGENCIA DEL SIMILAR POR EL QUE SE SUSPENDE TEMPORALMENTE LA PESCA COMERCIAL MEDIANTE EL USO DE REDES DE ENMALLE, CIMBRAS Y/O PALANGRES OPERADAS CON EMBARCACIONES MENORES, EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 10 DE ABRIL DEL 2015

ARTÍCULO ÚNICO.- Se amplía desde la fecha de publicación del presente Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación y hasta el 30 de junio de 2017, la vigencia del Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015.

TRANSITORIO

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 29 de mayo de 2017.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **José Eduardo Calzada Rovirosa**.- Rúbrica.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se amplía la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ, Subsecretario de Agricultura, en suplencia por ausencia del Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 18, 26 y 35, fracciones XXI y XXII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 8o., fracciones I, III, XII, XXXVIII, XXXIX y XLI; 10, 17, fracciones VII, VIII y X, 19, 29, fracciones II; 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; 1o., 2o., letra D, fracción III, 3o., 7o., fracción X, 39, 41, 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, vigente, en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2001, y los artículos Primero, Segundo y Tercero del Decreto por el que se establece la organización y funcionamiento del organismo descentralizado denominado Instituto Nacional de Pesca, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 2013, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, decidió establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie, mediante el Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015;

Que el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) emitió opinión técnica recomendando ampliar la vigencia del citado Acuerdo.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, he tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE AMPLÍA LA VIGENCIA DEL SIMILAR POR EL QUE SE SUSPENDE TEMPORALMENTE LA PESCA COMERCIAL MEDIANTE EL USO DE REDES DE ENMALLE, CIMBRAS Y/O PALANGRES OPERADAS CON EMBARCACIONES MENORES, EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 10 DE ABRIL DE 2015

ARTÍCULO ÚNICO.- Se amplía desde la fecha de publicación del presente Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación y hasta el 31 de mayo de 2017, la vigencia del Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015.

TRANSITORIO

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 10 de abril de 2017.- El Subsecretario de Agricultura, **Jorge Armando Narváez Narváez**.- Rúbrica.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se amplía por tercera ocasión la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 26 y 35, fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 8o., fracciones I, III, XII, XXXVIII, XXXIX y XLI; 10, 17, fracciones VII, VIII, y X, 19, 29, fracciones II; 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; y 1o., 2o., letra D, fracción III, 3o., 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, vigente, en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2001, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, decidió establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie, mediante el Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015;

Que el 11 de abril de 2017, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se amplía la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015; ampliándose desde su fecha de publicación y hasta el 31 de mayo de 2017.

Que el 1 de junio de 2017, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se amplía por segunda ocasión la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015; ampliándose desde su fecha de publicación y hasta el 30 de junio de 2017.

Que la Dirección General Ajunta de Investigación Pesquera en el Pacífico del Instituto Nacional de Pesca "INAPESCA", mediante oficio RJL/INAPESCA/DGAIPP/1082/2017, emitió opinión técnica recomendando ampliar la vigencia del citado Acuerdo.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, he tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE AMPLÍA POR TERCERA OCASIÓN LA VIGENCIA DEL SIMILAR POR EL QUE SE SUSPENDE TEMPORALMENTE LA PESCA COMERCIAL MEDIANTE EL USO DE REDES DE ENMALLE, CIMBRAS Y/O PALANGRES OPERADAS CON EMBARCACIONES MENORES EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 10 DE ABRIL DE 2015

ARTÍCULO ÚNICO.- Se amplía desde la fecha de publicación del presente Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación y hasta el 31 de agosto de 2017, la vigencia del Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015.

TRANSITORIO

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 27 de junio de 2017.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **José Eduardo Calzada Rovirosa**.- Rúbrica.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 26 y 35, fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 8o., fracciones I, III, XII, XXXVIII, XXXIX y XLI; 10, 17, fracciones VII, VIII y X, 19, 29, fracción II; 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; y 1o., 2o., letra D, fracción III, 3o., 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, vigente, en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2001, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que de las especies de cetáceos presentes en aguas del Golfo de California, la vaquita marina (*Phocoena sinus*) es de especial interés, por ser una especie en peligro de extinción.

Que el Gobierno Mexicano por conducto de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha contribuido a la conservación de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), así como a la reducción de los factores de riesgo sobre la especie, a través del establecimiento de medidas para evitar su pesca accidental en el área de distribución que se ubica en el Norte del Golfo de California. En concordancia con esa política, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 8 de septiembre de 2005, el "Acuerdo mediante el cual se establece el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus*)" y el 29 de diciembre de 2005, el "Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California".

Que el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, decidió establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie, mediante el "Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015;

Que el 11 de abril de 2017, el 1 de junio de 2017 y el 30 de junio de 2017, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los Acuerdos por los cuales se amplió la vigencia del similar por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado el 10 de abril de 2015; ampliándose desde su fecha de publicación y hasta el 31 de agosto de 2017.

Entre otras medidas, con fecha 30 de junio de 2017, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Acuerdo por el que se prohíben artes, sistemas, métodos, técnicas y horarios para la realización de actividades de pesca con embarcaciones menores en aguas marinas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos en el Norte del Golfo de California, y se establecen sitios de desembarque, así como el uso de sistemas de monitoreo para dichas embarcaciones, como medida que contribuya a la intención de conservación de la vaquita marina (*Phocoena sinus*);

Que en el instrumento mencionado en el considerando anterior, entre otras disposiciones, prohíbe permanentemente el uso de las redes de enmalle, incluyendo agalleras, exceptuando las redes usadas al cerco mediante el sistema de pesca de encierro (operadas de forma activa) para la pesca de curvina golfina y sierra;

Que la Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura "INAPESCA", mediante el oficio número RJL/INAPESCA/DGAIPP/1707/2017, indica que no tiene inconveniente para que se realicen las acciones conducentes para el "…establecimiento de medidas de ordenamiento y aprovechamiento sustentable…" [en la Región del Norte del Golfo de California], así como la protección de otras especies importantes para el ecosistema y con la facultad primordial de reducir a niveles aceptables o minimizar la presión de pesca ilegal sobre los recursos pesqueros actualmente incluidos para el aprovechamiento desde embarcaciones menores.

Que para contribuir a evaluar los efectos de la pesca y reducir el riesgo de interacción con la vaquita marina (*Phocoena sinus*), se considera conveniente establecer la suspensión de cimbras y/o palangres para la pesca comercial con embarcaciones menores en el área de interés decretada para la protección de ese cetáceo marino;

Que el Programa de Protección del Área de Refugio de la vaquita marina (*Phocoena sinus*) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 2005, establece que la ejecución de acciones tendientes a la protección de dicha especie debe desarrollarse buscando no afectar negativamente los niveles de bienestar de la población cuyas actividades productivas se desarrollan en el área de refugio; para lo cual, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas continuará otorgando apoyos para la ejecución de actividades de compensación social y/o actividades productivas alternativas durante el presente ejercicio fiscal.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, he tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE SUSPENDE TEMPORALMENTE LA PESCA COMERCIAL MEDIANTE EL USO DE CIMBRAS Y/O PALANGRES OPERADAS CON EMBARCACIONES MENORES, EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

ARTÍCULO PRIMERO.- Se suspende el uso de cimbras y/o palangres en la pesca comercial con embarcaciones menores, en la zona de aprovechamiento pesquero delimitada por el polígono con vértices en las siguientes coordenadas geográficas: 31.4933 de latitud y -144.0228 de longitud; 30.095 de latitud y -114.022 de longitud; 30.095 de latitud y -114.600 de longitud; 31.5875 de latitud y -114.8203 de longitud; 31.7033 de latitud y -114.5322 de longitud. Parte de este polígono se encuentra dentro del área natural protegida con carácter de Reserva de la Biosfera, conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Sonora, y el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus*) queda inscrita dentro de dicha zona (VER ANEXO), desde la entrada en vigor del presente Acuerdo hasta el 31 de diciembre de 2017.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Las disposiciones del presente Acuerdo se aplicarán a los permisionarios, concesionarios, unidades de producción, capitanes o patrones de pesca, motoristas, operadores, técnicos, tripulantes y demás sujetos que realizan actividades de pesca comercial, en la zona señalada en el Artículo Primero de este instrumento.

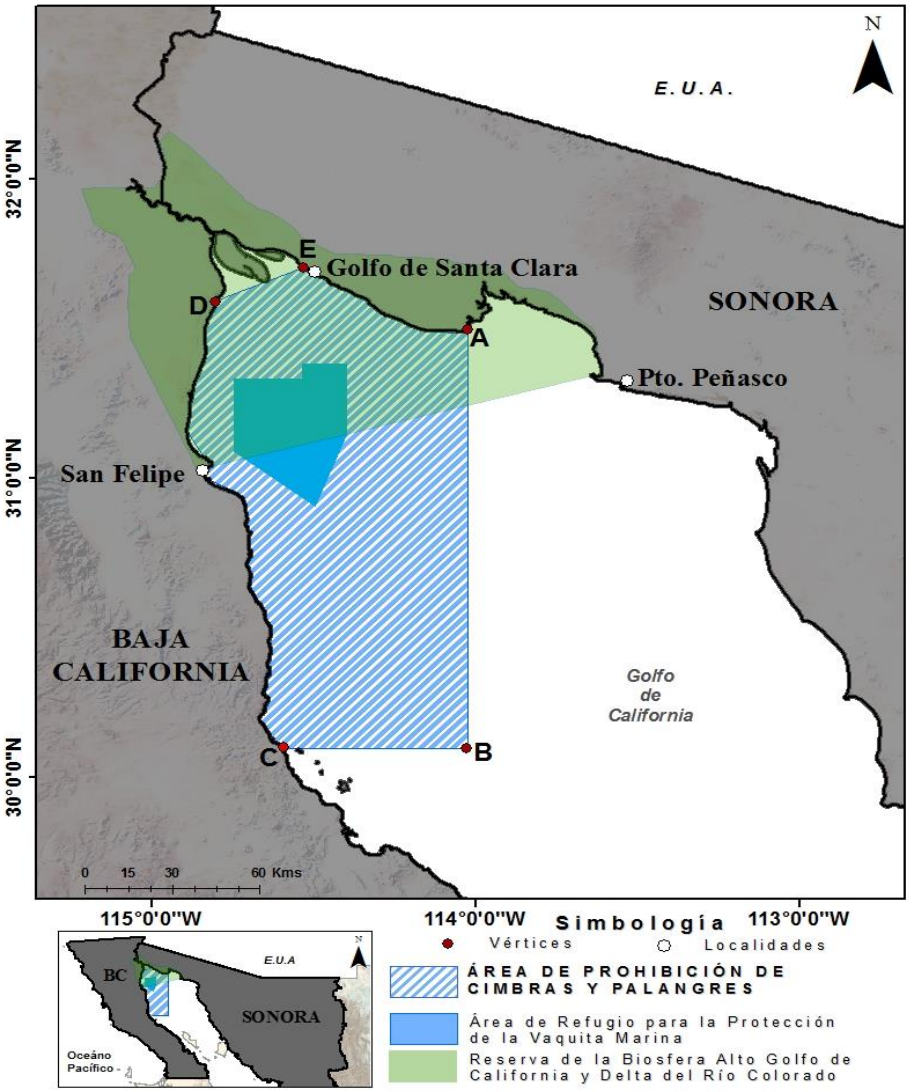
ARTÍCULO TERCERO.- La vigilancia del cumplimiento de este Acuerdo estará a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca de forma coordinada con la Secretaría de Marina, cada una en el ámbito de sus respectivas competencias.

TRANSITORIO

ARTÍCULO ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 26 de septiembre de 2017.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **José Eduardo Calzada Rovirosa**.- Rúbrica.

ANEXO



Puntos	Latitud	Longitud
A	31.4933	-114.0228
B	30.095	-114.022
C	30.095	-114.600
D	31.5875	-114.8203
E	31.7033	-114.5322

Coordenadas de los vértices de la zona de suspensión de cimbras y/o palangres en el Norte del Golfo de California.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION

ACUERDO por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

JUAN JOSÉ GUERRA ABUD, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales y ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 26, 32 Bis fracciones II y XLII y 35 fracciones XXI y XXII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 8o., fracciones I, III, XII, XXXVIII, XXXIX y XLI; 9o. fracciones II y V, 10, 17 fracciones VII, VIII y X, 19, 29 fracciones II, 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; 79, fracciones III y VIII, 83, 160, 161 y 162 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1o., 2o., 5o. fracción II, 9o. fracciones I y XVII, 14 y 122 fracción III de la Ley General de Vida Silvestre; 5o., fracción XXV, 41, 42, 45, fracción I y último párrafo y 70, fracciones I, XIII y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 1o., 2o. letra “D” fracción III, 3o., 4o., 5o. fracciones I y XXII, 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; vigente, en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, V, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 10 de julio de 2001, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, incluyendo a la vaquita marina (*Phocoena sinus*), así como sus entornos naturales y el establecimiento de medidas que contribuyan a su conservación;

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que conforme al Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de diciembre de 2013, la SAGARPA tiene el objetivo de impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país para lo cual define como una de sus estrategias establecer instrumentos para rescatar, preservar y potenciar los recursos genéticos.

Que el 10 de junio de 1993 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, Baja California, de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Sonora, con la finalidad de establecer medidas tendientes a la recuperación de este cetáceo, que se distribuye principalmente pero no de forma exclusiva dentro de esta área natural protegida; asimismo, se publicó en el mismo medio oficial el 08 de septiembre de 2005 el Acuerdo mediante el cual se establece el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus*) y posteriormente, se publicó en el DOF el 29 de diciembre de 2005, el Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California, por lo que se requiere implementar medidas que promuevan que el desarrollo de las actividades en la zona se realicen de manera tal que contribuyan a eliminar los factores de riesgo que han llevado a la especie *Phocoena sinus* al peligro de la extinción;

Que la vaquita marina (*Phocoena sinus*) es una especie endémica del Alto Golfo de California y con una distribución restringida, siendo la especie con mayor amenaza de las 128 especies de cetáceos en el mundo, por lo que se encuentra catalogada como una especie en peligro de extinción de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así mismo se han establecido medidas de protección para la vaquita de mar a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SEMARNAT-1993, Por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California;

Que el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) mediante oficio RJL/INAPESCA/DG/120/2015 de fecha 27 de febrero de 2015 emitió opinión técnica positiva acerca de la viabilidad de implementar la suspensión temporal en el Norte del Golfo de California de las redes de enmalle y cimbras o palangres, como una medida eficiente para disminuir el riesgo de captura de especies en peligro de extinción como la vaquita marina (*Phocoena sinus*).

Que conforme al reporte de la 5ª Reunión del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA-5), realizada en Ensenada, B. C., México, del 8 al 10 julio de 2014, se determinó que a pesar de todos los esfuerzos llevados a cabo hasta la fecha, la población de vaquita está notablemente disminuida, por lo cual, recomienda regulaciones de emergencia estableciendo una zona de exclusión de redes agalleras;

Que en este sentido, el Gobierno Mexicano a través de la implementación de medidas regulatorias busca contribuir a la protección y recuperación del número de ejemplares de vaquita marina (*Phocoena sinus*), así como reducir los factores de riesgo que han propiciado el peligro de extinción de la especie;

Que en efecto de lo anterior, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos ha decidido establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie;

Que el Programa de Protección del Área de Refugio de la vaquita marina (*Phocoena sinus*) establece que la ejecución de acciones tendientes a la protección de dicha especie debe desarrollarse buscando no afectar negativamente los niveles de bienestar de la población cuyas actividades productivas se desarrollan en el área de refugio;

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, hemos tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE SUSPENDE TEMPORALMENTE LA PESCA COMERCIAL MEDIANTE EL USO DE REDES DE ENMALLE, CIMBRAS Y/O PALANGRES OPERADAS CON EMBARCACIONES MENORES, EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

ARTÍCULO PRIMERO.- Se suspende temporalmente el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres, en la pesca comercial con embarcaciones menores, en la zona de aprovechamiento pesquero delimitada por el polígono con vértices en las siguientes coordenadas geográficas: -144.0228 de longitud y 31.4933 de latitud, -114.022 de longitud y 30.095 de latitud, -114.6 de longitud y 30.095 de latitud, -114.8203 de longitud y 31.5875 de latitud, -114.5322 de longitud y 31.7033 de latitud, durante un plazo de dos años, contados a partir de la entrada en vigor del presente acuerdo. Parte de este polígono se encuentra dentro del área natural protegida con carácter de Reserva de la Biosfera, conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Son., y el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus)* queda inscrita dentro del mismo.

Se exceptúa de la disposición anterior a la pesquería de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), durante el periodo del 1o. de febrero al 30 de abril de cada año, la cual podrá realizarse de conformidad con las disposiciones administrativas vigentes, utilizando "redes de enmalle usadas al cerco", construidas de hilo monofilamento de 14.6 cm (5 ¾ pulgadas) de luz de malla y un máximo de 293 metros (160 brazas) de paño relingado de longitud o mediante una línea de mano por pescador, sin perjuicio de lo establecido en el "Acuerdo por el que se establece veda temporal para la captura de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), en las aguas marinas y estuarinas de jurisdicción federal de la reserva de la biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, durante el periodo del 1 de mayo al 31 de agosto de cada año", publicado en el DOF el 25 de agosto de 2005.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Las disposiciones del presente Acuerdo se aplicarán a los permisionarios y concesionarios de la pesca comercial dedicados al aprovechamiento pesquero, en donde estén autorizadas las artes de pesca señaladas en el Artículo Primero de este instrumento.

ARTÍCULO TERCERO.- La vigilancia del cumplimiento de este Acuerdo estará a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, en el ámbito de sus respectivas competencias. Ambas Dependencias se coordinarán con la Secretaría de Marina para la vigilancia en las zonas marinas mexicanas.

TRANSITORIO

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 19 de marzo de 2015.- El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Juan José Guerra Abud**.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Enrique Martínez y Martínez**.- Rúbrica.

ANEXO I

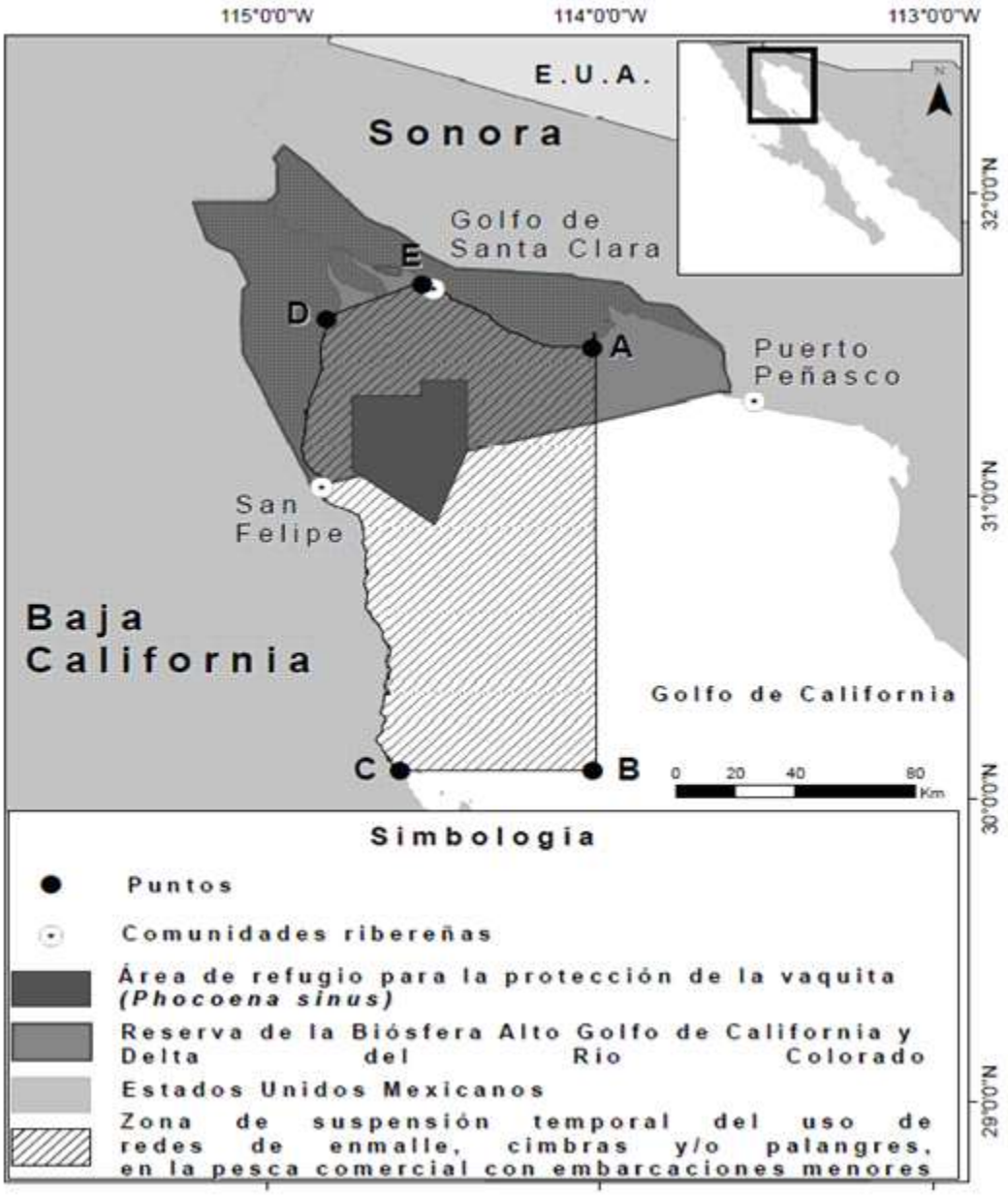


Figura 1.- Delimitación de la zona de suspensión del aprovechamiento pesquero mediante redes de enmalle, cimbras y/o palangres en el Noroeste del Golfo de California.

Coordenadas de vértices de la Zona:

Puntos	Longitud	Latitud
A	-114.0228	31.4933
B	-114.022	30.095
C	-114.6	30.095
D	-114.8203	31.5875
E	-114.5322	31.7033

ACUERDO por el que se establece una zona de refugio pesquero y medidas para reducir la posible interacción de la pesca con tortugas marinas en la Costa Occidental de Baja California Sur.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 26 y 35 fracciones XXI y XXII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 2o., 10, de la Ley de Planeación; 1o., 2o. fracciones I y III, 4o. fracción LI, 8o. fracciones I, II, III, XII, XIV, XVI, XXXVIII y XLI, 10, 17 fracciones I, III, VIII, IX y X, 29, fracciones I, II y XII, y 124, de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; 1o., 2o. letra "D" fracción III, 3o., 4o., 5o. fracciones I y XXII, 44, 45 y octavo transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de abril de 2012; Primero, Segundo y Tercero del Decreto por el que se establece la organización y funcionamiento del organismo descentralizado denominado Instituto Nacional de Pesca, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 2013; de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2014, y

CONSIDERANDO

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros, así como regular las zonas de refugio pesquero para proteger las especies acuáticas que así lo requieran;

Que en la región central del litoral occidental de Baja California Sur existen ambientes estuarinos, marismas, bahías poco profundas, manglares y humedales en donde se desarrollan pesquerías ribereñas de pequeña escala y artesanales, en donde se aprovechan diversas especies de moluscos (abulón, almeja, caracol, pulpo), crustáceos (langosta, camarón, jaiba), tiburones, rayas y peces (escama) por lo que la pesca ribereña es multiespecífica, presentándose diverso grado de temporalidad en las operaciones de captura;

Que algunas modalidades de pesca coinciden con la distribución temporal de varias especies de tortugas marinas, cuyas poblaciones se encuentran sujetas a protección desde hace varias décadas por parte del Gobierno de México, mediante un conjunto de programas y medidas dirigidas a su conservación, recuperación y propagación;

Que el 31 de mayo de 1990 el Gobierno Federal a través de la entonces Secretaría de Pesca publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California, con el objetivo de establecer medidas para su conservación y preservación.

Que la tortuga caguama o amarilla (*Caretta caretta*) es una especie de quelonio marino altamente migratoria, con un ciclo de vida complejo, que ocupa hábitats diversos, desde los exclusivamente oceánicos hasta los neríticos: Los adultos realizan migraciones entre las playas de anidación y áreas de alimentación. Los juveniles de esta especie tienden a permanecer por largos periodos en las aguas oceánicas del Océano Pacífico Norte o en los ambientes neríticos de la Península de Baja California en México;

Que de acuerdo con la legislación nacional, las tortugas marinas presentes en aguas de jurisdicción federal, están catalogadas como especies en "peligro de extinción", bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo;

Que en las pesquerías desarrolladas en las aguas marinas frente a la costa occidental de la Península de Baja California, se han venido aplicado regulaciones sobre las especies sujetas a aprovechamiento, artes y métodos de pesca, así como disposiciones específicas para la protección de las tortugas marinas; disposiciones que se han venido actualizando mediante publicaciones en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.);

Que de acuerdo con los resultados de rastreo satelital y censos aéreos disponibles en las publicaciones científicas, las tortugas que habitan en el Golfo de Ulloa permanecen temporalmente en aguas costeras a aproximadamente 32 km de la costa de B.C.S. Esta región se considera zona de alta productividad y biodiversidad, lo que da lugar a una alta concentración de alimento para las tortugas y para una amplia diversidad de recursos pesqueros (tiburones, rayas, peces, almejas, abulones, calamares, langostas, camarones, jaibas, caracoles y cangrejos) que sustentan pesquerías ribereñas en donde se utilizan redes de enmalle de diversas características y palangres de fondo y de superficie;

Que entre otros antecedentes de trabajos de investigación y conservación de tortuga caguama, destaca que desde 1990 se iniciaron los primeros estudios para evaluar la presencia y abundancia de esta especie en la zona (Ramírez-Cruz *et al*., 1991; Olguin, 1990; Villanueva, 1991). Particularmente (basados en estudios genéticos y telemétricos), se considera que todos los ejemplares observados en aguas del Pacífico mexicano de tortuga amarilla provienen de las poblaciones reproductoras que anidan en el archipiélago japonés, habiendo cubierto una ruta migratoria de más de 12,000 km (Bowen *et al*., 1995; Nichols *et al.,* 2000). Estos organismos permanecen en aguas cercanas a las costas de la Península de Baja California, alimentándose hasta que se activa un mecanismo natural que les conduce de regreso a las costas del archipiélago Japonés para integrarse a la población reproductiva (Nichols, 2003, Maldonado *et al*., 2009); por esa larga migración que las expone a muy variados ambientes y condiciones es probable que factores no antropogénicos puedan afectar la salud y condición de los ejemplares;

Que en el año 2009, las autoridades estatales y federales, acordaron desarrollar un Programa de Ordenamiento Pesquero y un Plan de Manejo Pesquero de Escama en la región, mismos que se han llevado a cabo, obteniéndose identificación precisa de todas las artes de pesca en la región y el desarrollo de artes de pesca selectivas (trampas para especies demersales) en los años 2013 y 2014 respectivamente;

Que en el año 2014 se implementó un Programa de Asistentes Técnicos (Observadores científicos) a Bordo de la Flota Artesanal en el Golfo de Ulloa, B.C.S. especialmente dirigido a la supervisión de las actividades de pesca y su relación con el marco legal, con el objetivo de registrar y llevar un control y monitoreo diario de las operaciones de pesca a bordo de embarcaciones menores y especialmente, para determinar la potencial interacción con tortugas marinas. La cobertura de las operaciones de pesca abarcó entre el 40 y 80% de los viajes de pesca en el periodo de septiembre a diciembre de 2014, en las zonas centro y sur del GU;

Que algunos investigadores han estimado la correlación entre la temporada de pesca de escama en el Golfo de Ulloa en los meses de mayo a agosto y el incremento en los varamientos de tortugas muertas, no obstante la baja mortalidad registrada de tortugas marinas, atribuida a las actividades de pesca ribereña (1.8%) se ha decidido establecer disposiciones específicas en el Golfo de Ulloa para incrementar las acciones de pesca responsable y particularmente contribuir a prevenir la interacción de la pesca con las tortugas marinas, mediante regulaciones específicas contenidas en este instrumento legal;

Que aunque la extracción de tortugas marinas está prohibida, es necesario establecer un límite de mortalidad anual por acciones de pesca, que no debe sobrepasarse;

Que la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables define las Zonas de Refugio como las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea;

Que el establecimiento de la zona de refugio, representa un conjunto de medidas de manejo complementarias para la conservación y al aprovechamiento sustentable de las especies de interés pesquero, así como de aquellas en régimen de protección especial, ya que constituye la delimitación de áreas marinas en donde se registran procesos de reproducción y crianza, por lo que la reducción de la mortalidad por pesca en estas importantes zonas y su manejo pesquero diferenciado, se refleja en el crecimiento de la biomasa de muchas especies marinas y contribuye a la conservación de las tortugas marinas, mediante regulaciones específicas;

Que existe evidencia documental de los efectos positivos que ha generado en otros países el establecimiento de refugios o reservas marinas, como modelos de administración y protección de especies aprovechadas en la actividad pesquera, en donde se dan a conocer resultados favorables en cuanto al incremento de la biomasa, las tallas de animales y la biodiversidad en general;

Que con base en la Opinión Técnica emitida por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), se determina viable el establecimiento de una Zona de Refugio Pesquero Parcial y con carácter Temporal, por dos años, en las aguas marinas de jurisdicción federal en el área denominada "Golfo de Ulloa", misma que se complementa con medidas para disminuir la probabilidad de interacción con tortugas marinas, bajo un solo instrumento de regulación. Esto permitirá que las investigaciones continúen en el mismo periodo y en función de sus resultados, llevar a cabo las adecuaciones en las mediadas de manejo considerando el Plan de Manejo a cargo del Instituto Nacional de Pesca.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, se tiene a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE ESTABLECE UNA ZONA DE REFUGIO PESQUERO Y MEDIDAS PARA REDUCIR LA POSIBLE INTERACCIÓN DE LA PESCA CON TORTUGAS MARINAS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR

ARTÍCULO PRIMERO. Las disposiciones del presente Acuerdo se aplicarán a pescadores, permisionarios y concesionarios que utilicen embarcaciones mayores o menores, en actividades de aprovechamiento pesquero en las aguas marinas de jurisdicción federal, adyacentes a la parte central del litoral occidental de Baja California Sur en el área denominada "Golfo de Ulloa".

ARTÍCULO SEGUNDO. Se establece como Zona de Refugio Pesquero Parcial Temporal en la cual se aplican medidas para reducir la posible interacción de la pesca con tortugas marinas, la superficie de 8,848.2 km^2 (884,824.9 hectáreas) delimitada por los vértices siguientes (Tabla I.), la cual tendrá una temporalidad de 2 años:

Vértice	Coordenadas sexagesimales		Coordenadas Métricas (UTM Zona 12 Norte)	
	Longitud	Latitud	X	Y
a	-112.323	24.799	366284.093	2743301.491
b	-112.653	24.800	332922.539	2743838.860
c	-112.699	24.976	328524.552	2763407.052
d	-112.577	25.061	340930.793	2772605.271
e	-112.698	25.361	329189.783	2806012.396
f	-112.871	25.509	311948.397	2822666.464
g	-113.054	25.817	294124.250	2857006.482
h	-113.357	25.991	264014.412	2876803.271
i	-113.546	26.026	245206.447	2881048.195
j	-113.612	26.217	238997.015	2902357.480
k	-113.441	26.228	256160.102	2903202.353
l	-113.185	26.191	281698.406	2898723.423
m	-112.438	25.888	355898.277	2864039.516
n	-112.229	25.745	376764.347	2848014.292
ñ	-112.193	25.486	380135.593	2819329.191
o	-112.218	25.166	377266.838	2783888.059

Dentro de la Zona de Refugio citada en el párrafo anterior, se establece como "Área Específica de Restricciones Pesqueras", la superficie de 2,511 km^2 (251,100 hectáreas) cuya delimitación geográfica específica con coordenadas UTM, es la siguiente: (Tabla II.)

Vértice	Coordenadas sexagesimales		Coordenadas Métricas (UTM Zona 12 Norte)	
	Longitud	Latitud	X	Y
1	-112.6616371	25.74360319	333333.264214	333333.264214
2	-112.4291379	25.74914433	356663.499430	356663.499430
3	-112.2700596	25.16033832	371998.735062	371998.735062
4	-112.3557172	25.0266211	363216.208699	363216.208699
5	-112.3557172	24.82297702	362991.273067	362991.273067
6	-112.5147955	24.81739295	346905.646944	346905.646944

ARTÍCULO TERCERO. Las actividades de pesca comercial en el "Área Específica de Restricciones Pesqueras" referida en el Artículo Segundo de este Acuerdo únicamente podrán llevarse a cabo con las artes de pesca autorizadas específicamente en los permisos o concesiones de pesca comercial, con excepción de lo siguiente:

1) Las redes de enmalle con luz de malla superior a 15.2 centímetros (6 pulgadas) no podrán usarse durante todo el año.

2) Las redes de enmalle con luz de malla entre 10.8 centímetros (4 1/4 pulgadas) y 15.2 centímetros (6 pulgadas) no podrán usarse en el periodo de mayor presencia de tortugas marinas que ocurren entre mayo y agosto de cada año.

3) Las cimbras o palangres con anzuelos tipo "J" no podrán usarse bajo ninguna circunstancia. Solamente podrán utilizarse cimbras o palangres con anzuelos circulares que tengan una inclinación máxima de 10 grados respecto a su eje vertical.

4) Las trampas fijas temporales de gran dimensión, denominadas "almadrabas" no podrán usarse bajo ninguna circunstancia.

ARTÍCULO CUARTO. La pesca deportivo-recreativa, solamente podrá llevarse a cabo bajo la modalidad de "captura y liberación".

ARTÍCULO QUINTO. La Pesca de consumo doméstico que efectúen los residentes en las riberas y en las costas, no requiere concesión o permiso y sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador, con excepción de las redes de enmalle con luz de malla superior a 10.8 centímetros ($4\ ^{1}/_{4}$ pulgadas), las cuales no podrán usarse bajo ninguna circunstancia.

ARTÍCULO SEXTO. Medidas adicionales para prevenir la interacción con las tortugas marinas:

I. En caso de captura incidental se deberán aplicar medidas para la liberación del ejemplar, en adecuadas condiciones de sobrevivencia. Solamente se permite la retención temporal de algún ejemplar de tortuga marina capturado accidentalmente, cuando ocurra alguno de los casos siguientes:

a) Se tomen datos morfométricos, muestras biológicas o serológicas, o cualquier otra necesidad de estudio o investigación autorizada. Esto implica que el ejemplar sea regresado al agua en adecuadas condiciones.

b) Se requiera la reanimación del ejemplar para su reingreso al agua *in situ.* En este caso el ejemplar se mantendrá a bordo solamente durante el tiempo que se requiera para su reanimación.

c) Se requiera el traslado del ejemplar de tortuga marina a cualquier instalación de rehabilitación, que para ese efecto haya establecido o determine la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

II. En caso de requerirse, se aplicará el Procedimiento para Reanimación de Tortuga Marina de conformidad con el Anexo II de este Acuerdo.

III. Todas las embarcaciones que utilizan cimbras o palangres deberán llevar a bordo, utensilios para liberar a las tortugas marinas, en caso de que éstas hubiesen sido enganchadas en algún anzuelo.

IV. Queda prohibido retener y transportar vivos o muertos, enteras o partes de cualquier especie de tortuga marina que eventualmente llegara a ser capturada. Las excepciones a esta disposición se establecen en el apartado siguiente.

V. Se podrá permitir el transporte y descarga de ejemplares de tortugas marinas para fines de investigación, recuperación, rehabilitación o conservación de las especies, siempre que esa medida esté contemplada en el permiso correspondiente y se disponga del protocolo al amparo de algún programa autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

VI. Límite de mortalidad de tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta)*. Se establece un límite de mortalidad de 90 ejemplares por año, para las operaciones de pesca comercial en la Zona de Refugio a que se refiere el Artículo Segundo del presente Acuerdo.

VII. En caso de alcanzarse el límite de mortalidad de tortuga amarilla, se suspenderá la pesca comercial con redes de enmalle, cimbras o palangres, durante el resto de la temporada de mayor presencia de tortugas marinas que ocurre de mayo a agosto de cada año.

ARTÍCULO SÉPTIMO. Todas las actividades de pesca estarán sujetas a medidas de verificación de cumplimiento aplicables en cualquier momento por las autoridades competentes. Esto incluye el uso de la información del Programa de Asistentes Técnicos a Bordo (Observadores Científicos) a que se refiere el Anexo III del presente Acuerdo.

ARTÍCULO OCTAVO.- La verificación del cumplimiento del límite de mortalidad de tortuga amarilla está sujeta a las siguientes disposiciones:

I. La mortalidad de los ejemplares de tortuga amarilla por causas de pesca, será un valor determinado por el Programa de Asistentes Técnicos a Bordo (ATB) u Observadores Científicos.

II. En las embarcaciones en que no haya un observador presente, se utilizará como tecnología alternativa la videograbación asociada al monitoreo satelital de embarcaciones.

Cualquier embarcación que no pueda llevar Asistente Técnico a Bordo (ATB) requieren contar con el equipo de monitoreo satelital funcionando permanentemente durante la operación de pesca, así como del equipo de videograbación de dichas operaciones.

III. Las tortugas muertas por causas naturales o antropogénicas de otra índole a la pesquera, no serán asociadas ni contabilizadas para la mortalidad por pesca.

ARTÍCULO NOVENO. La delimitación geográfica del presente Acuerdo así como la cobertura del Programa de Asistente Técnicos a Bordo (observadores científicos), quedará sujeto en el año 2016 a los resultados de la implementación de las medidas de este Acuerdo y los resultados del Plan de Manejo Pesquero a cargo del Instituto Nacional de Pesca.

ARTÍCULO DÉCIMO. Las personas que contravengan el presente Acuerdo, se harán acreedoras a las sanciones que para el caso establece el Artículo 133 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y demás disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO. La vigilancia del cumplimiento de este Acuerdo estará a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca y de la Secretaría de Marina, cada una en el ámbito de sus respectivas competencias.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Las actividades de investigación, evaluación y seguimiento, no previstas en el presente ordenamiento legal, estarán contempladas en el Plan de Manejo Pesquero a cargo del Instituto Nacional de Pesca.

TERCERO.- Los equipos y artes de pesca a que se refiere el Artículo Tercero del presente Acuerdo podrán seguirse utilizando hasta por un periodo de seis meses a partir de la entrada en vigor del presente instrumento, con excepción de aquellos no autorizados en los permisos de pesca comercial.

CUARTO.- Lo dispuesto en el presente Acuerdo se aplicará sin perjuicio de lo establecido en las demás disposiciones jurídicas aplicables.

Ciudad de México, D.F., a 27 de marzo de 2015.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Enrique Martínez y Martínez**.- Rúbrica.

ANEXO I.

Mapa de la delimitación geográfica de la Zona de Refugio Pesquero

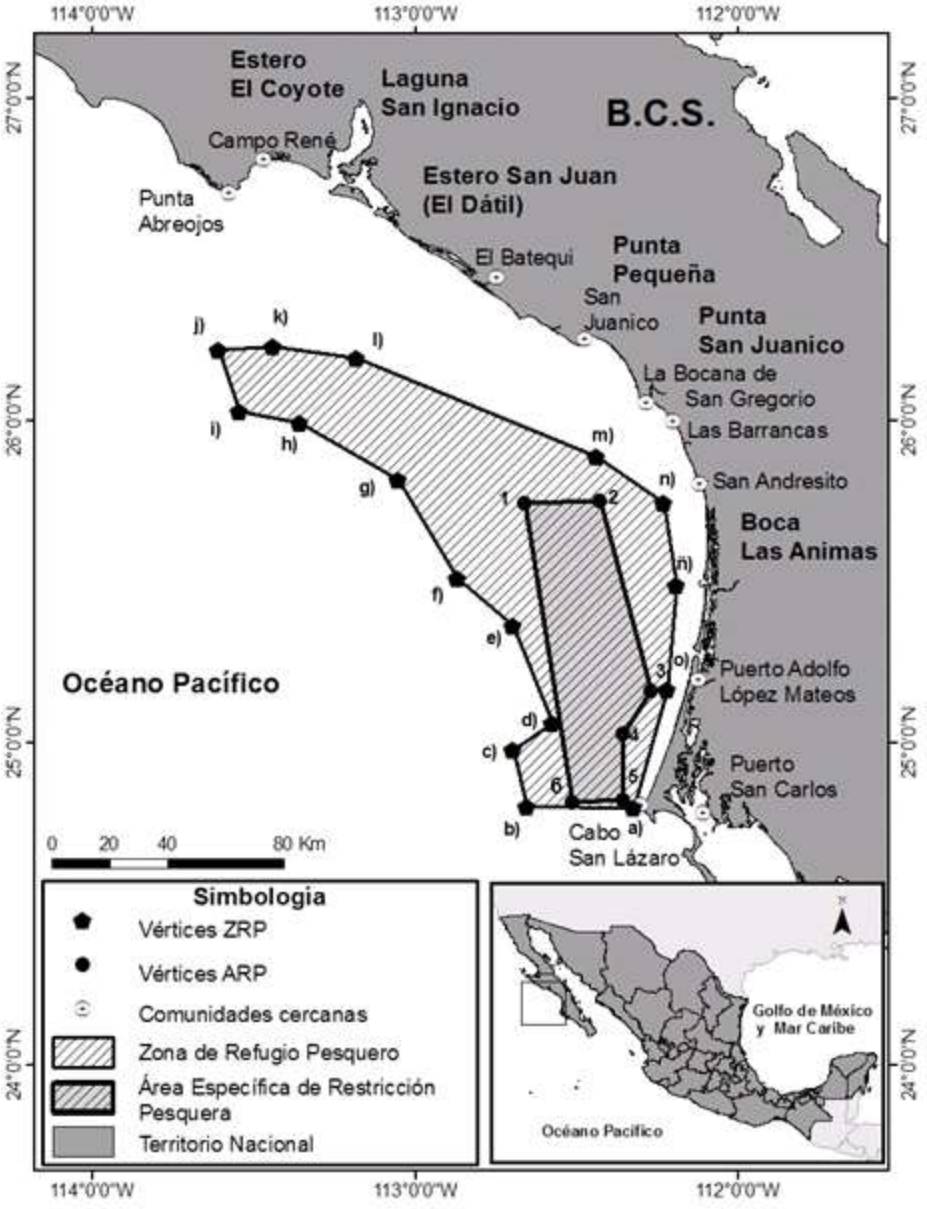


Tabla I. Puntos de referencia de los vértices de la Zona de Refugio Pesquero

Vértice	Coordenadas sexagesimales		Coordenadas Métricas (UTM Zona 12 Norte)	
	Longitud	Latitud	X	Y
a	-112.323	24.799	366284.093	2743301.491
b	-112.653	24.800	332922.539	2743838.860
c	-112.699	24.976	328524.552	2763407.052
d	-112.577	25.061	340930.793	2772605.271
e	-112.698	25.361	329189.783	2806012.396
f	-112.871	25.509	311948.397	2822666.464
g	-113.054	25.817	294124.250	2857006.482
h	-113.357	25.991	264014.412	2876803.271
i	-113.546	26.026	245206.447	2881048.195
j	-113.612	26.217	238997.015	2902357.480
k	-113.441	26.228	256160.102	2903202.353
l	-113.185	26.191	281698.406	2898723.423
m	-112.438	25.888	355898.277	2864039.516
n	-112.229	25.745	376764.347	2848014.292
ñ	-112.193	25.486	380135.593	2819329.191
o	-112.218	25.166	377266.838	2783888.059

Tabla II. Puntos de referencia de los vértices del Área Específica de Restricciones Pesqueras.

Vértice	Coordenadas sexagesimales		Coordenadas Métricas (UTM Zona 12 Norte)	
	Longitud	Latitud	X	Y
1	-112.6616371	25.74360319	333333.264214	333333.264214
2	-112.4291379	25.74914433	356663.499430	356663.499430
3	-112.2700596	25.16033832	371998.735062	371998.735062
4	-112.3557172	25.0266211	363216.208699	363216.208699
5	-112.3557172	24.82297702	362991.273067	362991.273067
6	-112.5147955	24.81739295	346905.646944	346905.646944

ANEXO II.

Procedimiento para Reanimación de Tortuga Marina

1. Verificar si la tortuga está viva, tocando con cuidado el párpado o la comisura del ojo para ver si hay alguna reacción que lo indique.

2. Colocar a la tortuga sobre su plastrón (vientre) y elevar su parte posterior aproximadamente 15-30 grados (unos 20 centímetros) para permitir a los pulmones drenar el agua. Para elevarla se puede utilizar una tabla, una llanta, chaleco salvavidas, etc.

De forma complementaria, se recomienda periódicamente balancear con cuidado la tortuga, de derecha a izquierda y viceversa, sosteniéndola por la orilla externa del caparazón y levantando cada lado unos 7 u 8 centímetros.

3. Dejar a la tortuga boca abajo en un lugar seguro y sombreado. Se deberá cubrir el cuerpo de la tortuga con toallas húmedas y rociarla con agua de mar para mantener su piel húmeda, especialmente los ojos. Deberá tenerse cuidado de no cubrir los orificios nasales ni con las toallas ni con el agua.

4. Periódicamente habrá que tocar la comisura del ojo o el párpado y pellizcar la cola cerca del ano y en las aletas anteriores y posteriores (prueba de reflejos), para monitorear su estado.

5. Una vez recuperada, la tortuga deberá ser devuelta al mar por la popa de la embarcación, asegurándose antes que las redes no estén en uso y el motor esté en posición neutral. En este momento habrá que dirigir al agua el cuerpo de la tortuga con la cabeza hacia abajo. Se deberá tener la precaución de que antes de poner en marcha la embarcación, la tortuga ya se haya retirado, sin encontrarse a la vista.

ANEXO III.

Programa de Asistentes Técnicos a Bordo (ATB) u Observadores Científicos de la flota ribereña

Programa de técnicos independientes a la actividad pesquera que registra de manera sistemática la información de la captura objetivo, incidental y accidental, a bordo de la flora ribereña y la eventual interacción con tortugas marinas.

Objetivos particulares

1. Generar información que permita contar con una línea base para determinar el grado de interacción de la pesca ribereña con las tortugas marinas. La información generada permitirá contar con elementos para establecer:
    a) La cercanía o proximidad de las actividades de pesca con la zona de distribución de tortugas marinas en la región.
    b) Medir la captura incidental y mortalidad de tortugas marinas.
2. Desarrollar un Programa Permanente de Asistentes Técnicos, a través del análisis de escenarios de costos anuales.

Información base del escenario

1. El Asistente Técnico a Bordo (ATB) debe verificar la captura y operación de los sistemas de pesca, con un promedio de 6 días por semana en las labores de documentación de captura objetivo e incidental.
2. La cobertura mensual de viajes de pesca y disponibilidad de los observadores en la zona será revisada de manera semanal.
3. La cobertura esperada de los viajes de pesca está sujeta a las variables externas siguientes:
    a) Condiciones meteorológicas y oceanográficas. Presencia de huracanes, tormentas tropicales o vientos que impidan la navegación segura.
    b) Características de la operación de la pesquería. La actividad de la captura de algunas especies de escama marina está vinculada a los ciclos naturales como los movimientos de marea.
    c) Restricciones de la autoridad marítima por cupo o razones de seguridad a bordo.
4. Se establecen los siguientes 6 Formatos de registro de datos e información de los ATB:

Formato 1. Registro de Embarques

ASISTENTES TECNICOS A BORDO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL GOLFO DE ULLOA, BCS						
Formato 1						
EMBARQUE DE LOS ASISTENTES TECNICOS A BORDO (EATB)						
1.1. Lugar(Sede): _____						
1.2. Nombre del Jefe de campo: _____				1.3. Fecha: _____		
1.4. Nombre del ATB	**1.5. Embarque (S/N)**	**1.6. Nombre de la embarcación**	**1.7. Nombre del permisionario**	**1.8. Número de Viaje de pesca**	**1.9. Pesca Objetivo (Tiburón/Escama)**	**1.10. Razones por las que no fue posible su embarque**
OBSERVACIONES:						

Formato 2. Embarcaciones y Artes de Pesca

<table>
<tr><td colspan="10">ASISTENTES TECNICOS A BORDO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL GOLFO DE ULLOA, BCS</td></tr>
<tr><td colspan="10">Formato 2</td></tr>
<tr><td colspan="10">CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION Y DE LOS ARTES DE PESCA (CEAP)</td></tr>
<tr><td colspan="4">2.1. Fecha: _____</td><td></td><td colspan="5">2.2. Asistente Técnico a Bordo: _____</td></tr>
<tr><td colspan="4">2.3. Número de viaje de pesca: _____</td><td></td><td colspan="5" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2.4. DATOS DE LA EMBARCACION</td><td colspan="8">2.5. DATOS DEL ARTE DE PESCA</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">2.4.1. Nombre:

2.4.2. Matricula:</td><td colspan="8">2.5.1. Características de la red de enmalle o red agallera</td></tr>
<tr><td colspan="3">2.5.1.1 Número de artes de pesca:</td><td colspan="3">2.5.1.2. Tamaño de la luz de malla (cm):</td><td colspan="2">2.5.1.3. Altura de la red (número de mallas):</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">2.4.3. Marca motor:</td><td colspan="4">2.5.1.4. Tipo de Red</td><td colspan="4" rowspan="2">2.5.1.5. Número de lances en el viaje:</td></tr>
<tr><td>De Deriva ( )</td><td colspan="2">De Fondo ( )</td><td colspan="2">De Media Agua ( )</td><td>Fija ( )</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">2.4.4. Potencia del motor (HP):

2.4.5. Eslora (mts):</td><td colspan="8">2.5.2. Características del Palangre o Cimbra</td></tr>
<tr><td colspan="3">2.5.2.1 Número de artes de pesca:</td><td colspan="3">2.5.2.2 Longitud total de la línea madre (mts):</td><td colspan="2">2.5.2.3. Número de anzuelos:</td><td>2.5.2.4. Tipo y tamaño del anzuelo:</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">2.4.6. Manga (mts):</td><td colspan="8">2.5.3. Características de las Trampas</td></tr>
<tr><td colspan="3">2.5.3.1 Número de artes de pesca:</td><td colspan="3">2.5.3.2. Forma de la trampa</td><td colspan="3">2.5.3.3. Tipo de material (cubierta y estructura)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.4.7. Puntal (mts):</td><td colspan="2">2.5.3.4. Tamaño de la malla (cm):</td><td colspan="3">2.5.3.5. Dimensiones:</td><td colspan="2">2.5.3.6. Tipo de carnada</td><td>2.5.3.7. Núm de lances en el viaje:</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.4.8. Núm de Tripulantes:</td><td colspan="8">2.5.4. Observaciones:</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.6. Nombre y Firma del ATB:
_____</td><td colspan="5">2.7. Nombre y Firma del ATB:</td></tr>
</table>

Formato 3. Informe de operaciones de pesca

ASISTENTES TECNICOS A BORDO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL GOLFO DE ULLOA, BCS													
Formato 3													
INFORME DE OPERACIONES DE PESCA (LANCE)													
3.1. Fecha: _____										3.2. Asistente Técnico a Bordo: _____			
3.3. Número de viaje de pesca: _____													
3.4. Número de lance	3.5. Inicio del Lance de Pesca			3.6. Fin del Lance de Pesca			3.7. Parámetros del agua durante el lance de pesca				3.8. Estado del Mar (Beaufort)	3.9. Duración del calado (Min)	3.10. Duración del cobrado (Min)
	Lat (UTM)	Lon (UTM)	Hora	Lat (UTM)	Lon (UTM)	Hora	Temperatura	pH	Salinidad	Oxígeno			
Observaciones:													

Formato 4. Informe de capturas

ASISTENTES TECNICOS A BORDO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL GOLFO DE ULLOA, BCS												
Formato 4												
INFORME DE CAPTURAS (IC)												
4.1. Número de viaje pesca: _____									4.2. Fecha: _____			
4.3. Número de Lance	**4.4. Principales especies objetivo (Escama Marina/Tiburones/Rayas)**											
	ESPECIE 1		**ESPECIE 2**		**ESPECIE 3**		**ESPECIE 4**		**ESPECIE 5**		**Otras especies**	
	Núm	**CÓDIGO**	**Núm**	**CÓDIGO**	**Núm**	**CÓDIGO**	**Núm**	**CÓDIGO**	**Núm**	**CÓDIGO**	**Núm**	**CÓDIGO**
Observaciones:												

Formato 5. Registro biológico de tortugas

ASISTENTES TÉCNICOS A BORDO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL GOLFO DE ULLOA, B.C.S.					
Formato 5					
REGISTRO BIOLÓGICO DE TORTUGAS (RBT)					
5.1.Asistente técnico a bordo:_____ 5.2.Patrón de la embarcación:_____ 5.3.Fecha (DD-MM-AA):_____ 5.4.No. Viaje de pesca:_____ 5.5. H. Levantamiento:_____					
5.6. H. Liberación:_____ 5.7. No. Lance:_____				5.8. Registro: _____	
5.9.IDENTIFICACIÓN 5.9.1. Especie:	**5.10. Fotografía (Secuencia)**	**5.11. Coordenadas (UTM)**	**5.12. Dirección (N, S, E, O)**	**5.13. Observaciones**	
5.9.2. Escudos y número	**5.14. CONDICION**	5.14.1. Causa/Descripción		5.14.2. Liberación	
Costales Izquierda:	Viva: _____				
Costales Derecha:	Muerta:_____				
Vertebrales:	Cicatríz(es):_____				
Inframarginales Izq:	Herida (s): _____				
Inframarginales Der:	**5.15. MARCAS**	5.15.1. Posición	5.15.2. Información de la marca		
5.9.3. Poros y número	SI :_____ #:_____	A1:_____	1)		
Inframarginales Izq:		A2:_____	2)		
Inframarginales Der:	NO:___	A3:_____	3)		
5.9.4. Escamas y número		A4:_____	4)		
Prefrontales:	**5.16. DIMENSIONES (cm)**				
5.9.5.Forma y Coloración del caparazón (Descripción)	5.16.1. Ancho cabeza	5.16.2. L. carapacho	5.16.3. A. carapacho	5.16.4. Longitud de cola	
	5.17. Especies				
	Golfina:_____	Verde/Prieta:_____	Laúd:_____	Carey:_____	Caguama:_____
	5.18. EPIBIOTA		5.18.1. Fotografía o secuencia	5.18.2. Observaciones	
Firma del Observador:_____	Si:_____	No:_____			

Formato 6. Registro de avistamiento de tortugas

ASISTENTES TÉCNICOS A BORDO DE LA FLOTA ARTESANAL EN EL GOLFO DE ULLOA, B.C.S.								
Formato 6								
REGISTRO DE AVISTAMIENTO DE TORTUGAS (RAT)								
6.1. Asistente técnico a bordo:_____ 6.2. Patrón de la embarcación:_____ 6.3.Fecha (DD-MM-AA):_____								
6.4. No. Viaje de pesca:_____ 6.5. H. Salida:_____ 6.6. H. Llegada:_____					6.7. No. Lance:____ 6.8. Registro: ____ 6.9. Página: __/___			
6.10. IDENTIFICACIÓN								
6.10.1. No. Tortuga	6.10.2. Especie	6.10.3. Hora de avistamiento	6.10.4. Fotografía	6.10.5.Coordenadas (UTM)	6.10.6. Dirección (N, S, E, O)	6.10.7. Distancia de avistamiento	6-10.8. Hábitat	6.10.9. Actividad
6.11. Especies					6.12. Asociación			
Golfina:_____	Verde/Prieta:_____	Laúd:_____	Carey:_____	Caguama:_____				
6.13. Observaciones								

_____

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

ACUERDO por el que se prohíben artes, sistemas, métodos, técnicas y horarios para la realización de actividades de pesca con embarcaciones menores en aguas marinas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos en el Norte del Golfo de California, y se establecen sitios de desembarque, así como el uso de sistemas de monitoreo para dichas embarcaciones.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

RAFAEL PACCHIANO ALAMÁN, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales y JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 26, 32 Bis, fracciones II y XLII, y 35, fracciones XXI y XXII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1o., 4o., 8o., fracciones I, II, III, XII, XIV, XXI, XXII, XXIX, XXXVIII, XXXIX y XLI; 9o. fracciones I, II y V; 17, fracciones I, III, IV, VII y VIII, 19, párrafo segundo, 29 fracción II, 124, 126 y 132 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; 5o., fracciones I, VIII, XI, XVIII, 6o., 79, fracciones I, III y VIII, 83, 160, 161 y 162 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1o., 2o., 3o., 5o., fracciones I y II, 9o. fracciones I, IV y XVII y párrafos segundo y tercero, 14 y 122 fracciones I, II y III de la Ley General de Vida Silvestre; 5, fracción XXV, 41, 42, 45, fracción I y último párrafo y 70, fracciones I, XIII y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 1o., 2o. letra “D” fracción III, 3o., 5o. fracción XXII, 44, 45 y Octavo Transitorio del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, vigente; en correlación con los artículos 37 y 39 fracciones III, V, VIII y XXII del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2001, y

CONSIDERANDO

Que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

Que es facultad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, incluyendo a la vaquita marina (*Phocoena sinus*), así como sus entornos naturales y el establecimiento de medidas que contribuyan a su conservación.

Que es facultad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, administrar y regular el uso, así como promover el aprovechamiento sustentable de los recursos de la flora y fauna acuáticas, ordenando las actividades de las personas que intervienen en ella y estableciendo las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras; así como también proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca sustentable; establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros.

Que de las diferentes especies de cetáceos presentes en aguas del Golfo de California, la vaquita marina (*Phocoena sinus*) es de especial interés, por ser un mamífero marino de los más pequeños a nivel mundial (1.5 metros como máximo), porque representa una especie endémica cuya biología es poco conocida, por estar catalogada en peligro de extinción y porque generalmente se encuentra asociada con la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), lo que incrementa la posibilidad de su interacción con redes de enmalle, incluyendo las denominadas “agalleras”.

Que el Gobierno Mexicano ha contribuido con la protección y recuperación del número de ejemplares de vaquita marina (*Phocoena sinus*), así como en la reducción de los factores de riesgo que han propiciado el peligro de extinción de la especie, a través del establecimiento de medidas tendientes a la recuperación de la población de la vaquita marina, cuya zona de distribución se ubica en el Norte del Golfo de California, por lo cual, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 8 de septiembre de 2005, el “Acuerdo mediante el cual se establece el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus*)” y el 29 de diciembre de 2005, el “Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California”.

Que en consonancia con lo anterior, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos decidió establecer una suspensión temporal de la pesca con redes de enmalle, incluyendo además a las cimbras o palangres, en la zona de distribución de la vaquita marina (*Phocoena sinus*), durante dos años, como medida que contribuya a la conservación de la especie, mediante el Acuerdo por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2015.

Que existen especies de peces de interés comercial que se distribuyen en aguas de jurisdicción federal del Norte del Golfo de California, las cuales por su disponibilidad y abundancia son susceptibles de aprovechamiento bajo un esquema de manejo que asegure el mantenimiento de sus poblaciones.

Que existe una pesquería establecida de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) por parte de los pescadores del Golfo de Santa Clara, Sonora, así como de San Felipe y la zona denominada "Bajo Río Colorado" en Baja California, incluyendo a la comunidad Cucapá, cuyas operaciones de captura se realizan principalmente durante los meses de febrero a abril de cada año, mediante el sistema de pesca de encierro (al cerco) del cardumen.

Que la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables precisa en su artículo 8o. fracción XXI, que corresponde a la Secretaría proponer el establecimiento y regulación de los sitos de desembarque y acopio para las operaciones pesqueras y acuícolas y promover ante las autoridades competentes la ubicación de los mismos.

Que resulta necesario establecer medidas de manejo para el aprovechamiento pesquero, de forma que se fortalezca la seguridad de nula interacción con especies no objetivo.

Que el Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPESCA) emitió opinión técnica mediante oficio RJL/INAPESCA/DGAIPP/0520/2017 de fecha 17 de marzo de 2017, en el que indica que no existe objeción de orden técnico respecto a la decisión del Gobierno Federal para refrendar el compromiso de protección a la vaquita marina (*Phocoena sinus*) mediante la suspensión del uso de todas las redes agalleras en la región Norte del Golfo de California, excepto las empleadas para el aprovechamiento de la curvina golfina, entre las que se encuentran las redes curvineras denominadas "Sistemas de pesca de encierro", opinión que ratifica lo manifestado previamente en el documento similar No. RJL/INAPESCA/DG/120/2015 de fecha 27 de febrero de 2015.

Que el Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, mediante oficio RJL/INAPESCA/DGAIPP/1030/2017 de fecha 16 de junio de 2017, emitió opinión técnica favorable respecto a la prohibición permanente de redes agalleras y de enmalle en el Alto Golfo de California; prohibición de la pesca nocturna con un horario de las 21:00 a las 05:00 horas; recuperación de redes fantasmas o abandonadas; instalación de dispositivos de monitoreo en embarcaciones menores y la definición de los sitios de desembarque de embarcaciones menores.

Que en consecuencia, fundándose las presentes disposiciones en razones de orden técnico y de interés público, hemos tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO POR EL QUE SE PROHÍBEN, ARTES, SISTEMAS, MÉTODOS, TÉCNICAS Y HORARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE PESCA CON EMBARCACIONES MENORES EN AGUAS MARINAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, Y SE ESTABLECEN SITIOS DE DESEMBARQUE, ASÍ COMO EL USO DE SISTEMAS DE MONITOREO PARA DICHAS EMBARCACIONES

ARTÍCULO PRIMERO.- El presente acuerdo es aplicable a las actividades de pesca con embarcaciones menores que se realicen en aguas marinas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos en el Norte del Golfo de California, dentro de la zona que enseguida se indica y que se presenta en el anexo único:

Vértice	Coordenadas Decimales		Coordenadas Métricas (UTM)		Coordenadas Grados, minutos, segundos	
	X	Y	X	Y	X	Y
A	31.493300	-114.022800	782806.16	3488114.57	31°29'35.86"	114°1'22.09"
B	30.095000	-114.022000	787011.95	3333054.46	30°5'41.99"	114°1'19.24"
C	30.095000	-114.600005	731287.04	3331742.07	30°5'42.00"	114°36'0.02"
D	31.587500	-114.820300	706823.40	3496775.96	31°35'14.97"	114°49'13.10"
E	31.703300	-114.532200	733876.99	3510197.40	31°42'11.87"	114°31'55.96"

ARTÍCULO SEGUNDO.- Se prohíben, permanentemente, las redes de enmalle, incluyendo agalleras, operadas de forma pasiva o dormida para la realización de actividades de pesca en la zona marina señalada en el artículo anterior. No se podrán transportar dichas artes de pesca en esa zona marina ni por cualquier otro medio terrestre o aéreo a, o entre las, ciudades, poblaciones, ejidos, comunidades y/o campos pesqueros aledaños a la misma.

Quedarán exceptuadas de la prohibición anterior, las redes usadas al cerco mediante el sistema de pesca de encierro operadas de forma activa para la pesca de curvina golfina y sierra, que, previa opinión técnica del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, que incluya las mejoras tecnológicas que dicho Instituto recomiende, se autoricen en los permisos de pesca que expida la autoridad pesquera.

ARTÍCULO TERCERO.- Se prohíbe la realización de actividades de pesca con embarcaciones menores, incluyendo la pesca deportivo–recreativa, en la zona indicada en el artículo primero de este Acuerdo, en el horario nocturno comprendido entre las 21:00 (veintiún) horas y las 5:00 (cinco) horas diarias.

ARTÍCULO CUARTO.- Las personas que realicen actividades de pesca con embarcaciones menores en la zona señalada en el artículo primero y en horario distinto al indicado en el artículo tercero, ambos del presente Acuerdo, deberán informar a la Oficina de Pesca de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca más

cercana a su domicilio, dentro de las veinticuatro horas siguientes al arribo de la embarcación a su sitio de arribo o puerto base, sobre la pérdida o extravío de artes de pesca durante sus actividades de pesca y que no hubiesen podido recuperar en todo o en parte. La autoridad pesquera levantará constancia escrita de las circunstancias de tiempo, modo y lugar del hecho, y requerirá a dichas personas para que participen en las tareas de recuperación del arte de pesca, que se determinen.

ARTÍCULO QUINTO.- Las embarcaciones menores que cuenten con concesión o permiso para realizar actividades de pesca en la zona indicada en el artículo primero de este Acuerdo, deberán tener un sistema de monitoreo instalado y funcionando, con la tecnología y características que se determinen en las concesiones o permisos de pesca correspondientes, conforme a lo dispuesto por el artículo 125 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

ARTÍCULO SEXTO.- Las embarcaciones menores que cuenten con concesión o permiso para realizar actividades de pesca en la zona indicada en el artículo primero de este Acuerdo, tendrán como lugares de embarque y desembarque los siguientes sitios:

I.- Golfo de Santa Clara

Bajadas	Coordenadas geográficas
El Delfín	31°41'7.75"N - 114°30'13.50"O
Duarte	31°40'56.93"N - 114°29'54.40"O
Las Cabinas	31°40'35.31"N - 114°29'31.12"O
Las Brisas	31°31'31.36"N - 114°13'21.07"O
Los Pinitos	31°30'52.87"N - 114°12'28.65"O

II.- San Felipe

Bajadas	Coordenadas geográficas
Muelle de San Felipe	30°59'31.56"N - 114°49'37.50"O
Puertecitos	30°21'1.16"N - 114°38'20.32"O
San Luis Gonzaga	29°47'45.44"N - 114°23'47.52"O
Lucky Landing	30° 4'47.80"N - 114°35'18.52"O

III.- El Indiviso/Bajo Río

Bajadas	Coordenadas geográficas
El Zanjón	31°56'50.05"N - 114°57'48.08"O

ARTÍCULO SÉPTIMO.- El presente Acuerdo es obligatorio para los titulares de concesiones y permisos de pesca con embarcaciones menores, así como capitanes o patrones de pesca, motoristas u operadores, pescadores y tripulantes de dichas embarcaciones, incluyendo pescadores deportivos y prestadores de servicios a la pesca deportivo–recreativa y demás sujetos que realicen actividades de pesca en las aguas marinas de jurisdicción federal señaladas en el artículo primero.

ARTÍCULO OCTAVO.- Las personas que incumplan o contravengan el presente Acuerdo, se harán acreedores a las sanciones que establece la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y demás disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO NOVENO.- La vigilancia del cumplimiento de este Acuerdo estará a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, con la intervención que corresponda a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, así como de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, en el ámbito de sus respectivas competencias. Ambas Dependencias se coordinarán con la Secretaría de Marina para la vigilancia en las zonas marinas mexicanas.

TRANSITORIO

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca realizará las acciones de simplificación sobre el trámite indicado en el anexo correspondiente de la MIR, para dar cumplimiento al Artículo Quinto del "Acuerdo que fija los lineamientos que deberán ser observados por las dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, en cuanto a la emisión de los actos administrativos de carácter general a los que les resulta aplicable el artículo 69-H de la Ley Federal de Procedimiento

Administrativo" en un plazo de nueve meses contados a partir de la publicación de este Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación.

TERCERO.- Se derogan todas las disposiciones que se contrapongan al presente instrumento.

Ciudad de México, a 21 de junio de 2017.- El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Rafael Pacchiano Alamán**.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **José Eduardo Calzada Rovirosa**.- Rúbrica.

ANEXO ÚNICO

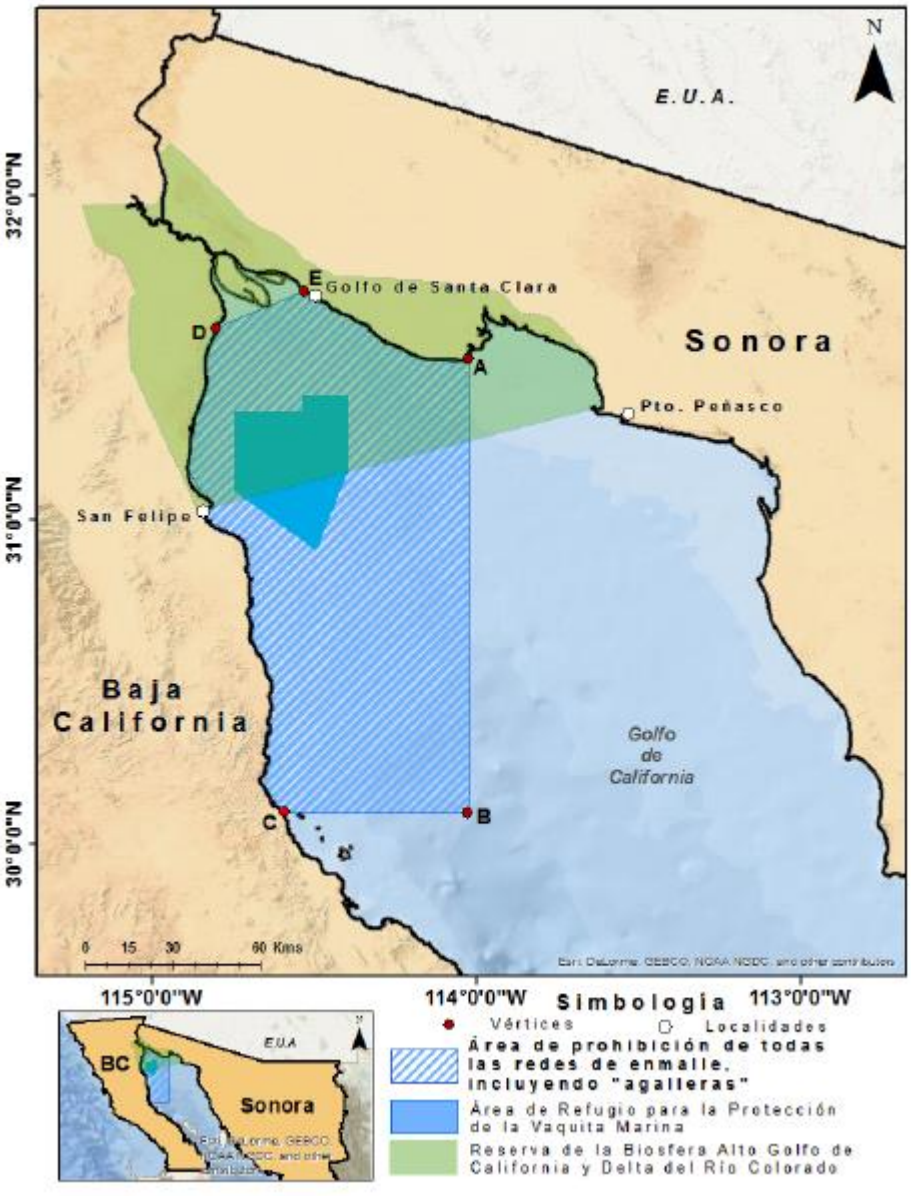


Figura. Mapa del área de prohibición de redes de enmalle, incluyendo las denominadas "agalleras", en el Norte del Golfo de California.

Vértice	Coordenadas Decimales		Coordenadas Métricas (UTM)		Coordenadas Grados, minutos, segundos	
	X	Y	X	Y	X	Y
A	31.493300	-114.022800	782806.16	3488114.57	31°29'35.86"	114°1'22.09"
B	30.095000	-114.022000	787011.95	3333054.46	30°5'41.99"	114°1'19.24"
C	30.095000	-114.600005	731287.04	3331742.07	30°5'42.00"	114°36'0.02"
D	31.587500	-114.820300	706823.40	3496775.96	31°35'14.97"	114°49'13.10"

E	31.703300	-114.532200	733876.99	3510197.40	31°42’11.87”	114°31’55.96”

Tabla. Vértices del área de prohibición de redes de enmalle, incluyendo las denominadas “agalleras”, en el Norte del Golfo de California.

_____

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN
Secretaría General
Secretaría de Servicios Parlamentarios

Última Reforma DOF 19-01-2018

LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007

TEXTO VIGENTE
Última reforma publicada DOF 19-01-2018

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

FELIPE DE JESÚS CALDERÓN HINOJOSA, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el Honorable Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:

SE EXPIDE LA LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES.

Artículo Único.- Se expide la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES.

TÍTULO PRIMERO
DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO I
DEL OBJETO

ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es de orden público e interés social, reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; del 73 fracción XXIX-L para establecer las bases para el ejercicio de las atribuciones que en la materia corresponden a la federación, las entidades federativas, los municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia y con la participación de los productores pesqueros, así como de las demás disposiciones previstas en la propia Constitución que tienen como fin propiciar el desarrollo integral y sustentable de la pesca y la acuacultura.

Artículo reformado DOF 19-01-2018

ARTÍCULO 2o.- Son objetivos de esta Ley:

I. Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuacultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales;

II. Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola;

III. Establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos;

IV. Fijar las normas básicas para planear y regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, en medios o ambientes seleccionados, controlados, naturales, acondicionados o artificiales, ya sea que realicen el ciclo biológico parcial o completo, en aguas marinas, continentales o salobres, así como en terrenos del dominio público o de propiedad privada;

V. Procurar el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y pueblos indígenas, en los términos de la presente Ley, de los lugares que ocupen y habiten;

VI. Establecer las bases y los mecanismos de coordinación entre las autoridades de la Federación, las entidades federativas y los municipios, para el mejor cumplimiento del objeto de esta Ley;

VII. Determinar y establecer las bases para la creación, operación y funcionamiento de mecanismos de participación de los productores dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas;

VIII. Apoyar y facilitar la investigación científica y tecnológica en materia de acuacultura y pesca;

IX. Establecer el régimen de concesiones y permisos para la realización de actividades de pesca y acuacultura;

X. Establecer las bases para el desarrollo e implementación de medidas de sanidad de recursos pesqueros y acuícolas;

XI. Establecer las bases para la certificación de la sanidad, inocuidad y calidad de los productos pesqueros y acuícolas, desde su obtención o captura y hasta su procesamiento primario, de las actividades relacionadas con éstos y de los establecimientos e instalaciones en los que se produzcan o conserven;

XII. Establecer el Sistema Nacional de Información de Pesca y Acuacultura y el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura;

XIII. Establecer las bases para la realización de acciones de inspección y vigilancia en materia de pesca y acuacultura, así como los mecanismos de coordinación con las autoridades competentes;

XIV. Establecer las infracciones y sanciones correspondientes por incumplimiento o violación a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma, y

XV. Proponer mecanismos para garantizar que la pesca y la acuacultura se orienten a la producción de alimentos.

ARTÍCULO 3o.- La presente Ley, para los efectos de las actividades pesqueras y acuícolas, tendrá aplicación en:

I. Los recursos naturales que constituyen la flora y fauna cuyo medio de vida total, parcial o temporal, sea el agua, de conformidad con el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

II. Todo el territorio nacional y en las zonas en donde la Nación ejerce derechos de soberanía y jurisdicción respecto de la verificación del cumplimiento de sus preceptos, reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones que de ella deriven, y

III. Las embarcaciones de bandera mexicana o extranjera que realicen actividades pesqueras en todo el territorio nacional y en las áreas en las que el Estado mexicano goza de derechos de acuerdo con las disposiciones del derecho internacional que resulten aplicables.

ARTÍCULO 4o.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

I. *Acuacultura:* Es el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

II. *Acuacultura comercial:* Es la que se realiza con el propósito de obtener beneficios económicos;

III. *Acuacultura de fomento:* Es la que tiene como propósito el estudio, la investigación científica y la experimentación en cuerpos de agua de jurisdicción federal, orientada al desarrollo de biotecnologías o a la incorporación de algún tipo de innovación tecnológica, así como la adopción o transferencia de tecnología, en alguna etapa del cultivo de especies de la flora y fauna, cuyo medio de vida total o parcial sea el agua;

IV. *Acuacultura didáctica:* Es la que se realiza con fines de capacitación y enseñanza de las personas que en cualquier forma intervengan en la acuacultura en cuerpos de agua de jurisdicción federal;

IV Bis. *Acuacultura industrial:* Sistema de producción de organismos acuáticos a gran escala, con alto nivel de desarrollo empresarial y tecnológico y gran inversión de capital de origen público o privado;
Fracción adicionada DOF 05-12-2014

IV Ter. *Acuacultura rural:* Sistema de producción de organismos acuáticos a pequeña escala, realizada de forma familiar o en pequeños grupos rurales, llevada a cabo en cultivos extensivos o semi-intensivos, para el autoconsumo o venta parcial de los excedentes de la cosecha;
Fracción adicionada DOF 05-12-2014

V. *Arte de pesca:* Es el instrumento, equipo o estructura con que se realiza la captura o extracción de especies de flora y fauna acuáticas;

VI. *Aviso de arribo:* Es el documento en el que se reporta a la autoridad competente los volúmenes de captura obtenidos por especie durante una jornada o viaje de pesca;

VII. *Aviso de cosecha:* Es el documento en el que se reporta a la autoridad competente la producción obtenida en unidades de producción acuícolas;

VIII. *Aviso de producción:* Es el documento en el que se reporta a la autoridad competente, la producción obtenida en laboratorios acuícolas;

IX. *Aviso de recolección:* Es el documento en el que se reporta a la autoridad competente el número de organismos colectados del medio natural, al amparo de un permiso;

X. *Aviso de siembra:* Es el documento en el que se reporta a la autoridad competente las especies a cultivar, la cantidad de organismos, las fechas de siembra y las medidas sanitarias aplicadas previamente al cultivo;

XI. *Barco-fábrica:* Es la embarcación pesquera autopropulsada que disponga de equipos para la industrialización de la materia prima resultado de su captura y/o de las capturas realizadas por otras embarcaciones;

XII. *Bitácora de pesca:* Es el documento de registro y control del quehacer pesquero a bordo de una embarcación, por medio del cual la autoridad competente recibe del pescador el reporte de la actividad que se le ha concesionado o permitido;

XIII. *Captura incidental:* La extracción de cualquier especie no comprendida en la concesión o permiso respectivo, ocurrida de manera fortuita;

XIV. *Certificado de sanidad acuícola:* Documento oficial expedido por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, o a través de laboratorios acreditados y aprobados en los términos de esta Ley y de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en el que se hace constar que las especies acuícolas o las instalaciones en las que se producen se encuentran libres de patógenos causantes de enfermedades;

XV. *Concesión:* Es el Título que en ejercicio de sus facultades otorga la Secretaría, a personas físicas o morales para llevar a cabo la pesca comercial de los recursos de la flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción nacional, así como para la acuacultura, durante un periodo determinado en función de los resultados que prevean los estudios técnicos, económicos y sociales que presente el solicitante, de la naturaleza de las actividades a realizar, de la cuantía de las inversiones necesarias para ello y de su recuperación económica;

XVI. *Cuarentena:* El tiempo que determine la autoridad competente para mantener en observación los organismos acuáticos, para determinar su calidad sanitaria, mediante normas oficiales mexicanas u otras regulaciones que emita el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria;

XVII. *Embarcación menor:* Unidad de pesca con o sin motor fuera de borda y con eslora máxima total de 10.5 metros; con o sin sistema de conservación de la captura a base de hielo y con una autonomía de 3 días como máximo;

XVIII. *Embarcación pesquera:* Es toda construcción de cualquier forma o tamaño, que se utilice para la realización de actividades de pesca, capaz de mantenerse a flote o surcar la superficie de las aguas;

XIX. *Esfuerzo pesquero:* El número de individuos, embarcaciones o artes de pesca, que son aplicados en la captura o extracción de una o varias especies en una zona y periodo determinados;

XX. *Guía de pesca:* Es el documento que ampara el transporte por vía terrestre, marítima o aérea de productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados, provenientes de la acuacultura o de la pesca;

XXI. *Inapesca.-* Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, órgano público descentralizado sectorizado con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Fracción reformada DOF 07-06-2012, 19-06-2017

XXII. *Inocuidad:* Es la garantía de que el consumo de los recursos pesqueros y acuícolas no cause daño en la salud de los consumidores;

XXIII. *Introducción de especies:* Actividad que se refiere a aquellas especies que no se distribuyen naturalmente existentes en el cuerpo de agua en el que se pretenden introducir;

XXIV. *Normas:* Las normas expedidas de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y esta Ley;

XXV. *Ordenamiento pesquero:* Conjunto de instrumentos cuyo objeto es regular y administrar las actividades pesqueras, induciendo el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, basado en la disponibilidad de los recursos pesqueros, información histórica de niveles de extracción, usos y potencialidades de desarrollo de actividades, capacidad pesquera o acuícola, puntos de referencia para el manejo de las pesquerías y en forma congruente con el ordenamiento ecológico del territorio;

XXVI. *Permiso:* Es el documento que otorga la Secretaría, a las personas físicas o morales, para llevar a cabo las actividades de pesca y acuacultura que se señalan en la presente Ley;

XXVII. *Pesca:* Es el acto de extraer, capturar o recolectar, por cualquier método o procedimiento, especies biológicas o elementos biogénicos, cuyo medio de vida total, parcial o temporal, sea el agua;

XXVIII. *Pesca Comercial:* La captura y extracción que se efectúa con propósitos de beneficio económico;

XXIX. *Pesca deportivo-recreativa:* La que se practica con fines de esparcimiento o recreación con las artes de pesca previamente autorizadas por esta Ley, reglamentos y las normas oficiales vigentes;

XXX. *Pesca didáctica:* Es la que realizan las instituciones de educación, reconocidas oficialmente, para llevar a cabo sus programas de capacitación y enseñanza;

XXXI. *Pesca de consumo doméstico:* Es la captura y extracción que se efectúa sin propósito de lucro y con el único objeto de obtener alimento para quien la realice y de sus dependientes, por tanto no podrá ser objeto de comercialización;

XXXII. *Pesca de fomento:* Es la que se realiza con fines de investigación, exploración, experimentación, conservación, evaluación de los recursos acuáticos, creación, mantenimiento y reposición de colecciones científicas y desarrollo de nuevas tecnologías;

XXXIII. *Pesquería:* Conjunto de sistemas de producción pesquera, que comprenden en todo o en parte las fases sucesivas de la actividad pesquera como actividad económica, y que pueden comprender la captura, el manejo y el procesamiento de un recurso o grupo de recursos afines y cuyos medios de producción, estructura organizativa y relaciones de producción ocurren en un ámbito geográfico y temporal definido;

XXXIV. *Pesquería en recuperación:* Es aquella pesquería que se encuentra en deterioro y sujeta a un conjunto de medidas con el propósito de su recuperación;

XXXV. *Pesquería sobreexplotada:* Es la pesquería que se encuentra explotada por encima de su límite de recuperación;

XXXVI. *Plan de manejo pesquero:* El conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella;

XXXVII. *Procesamiento Primario:* Proceso basado exclusivamente en la conservación del producto por la acción del frío, enhielado y congelado, y que no se le aplican métodos de cocción o calor en ninguna forma, incluyendo actividades de empacado, eviscerado, descabezado, fileteado o desangrado;

XXXVIII. *Recursos Acuícolas:* Las especies acuáticas susceptibles de cultivo, sus productos y subproductos;

XXXIX. *Recursos Pesqueros:* Las especies acuáticas, sus productos y subproductos, obtenidos mediante su cultivo o extracción o captura, en su estado natural;

XL. *Registro:* El Registro Nacional de Pesca y Acuacultura;

XLI. *Repoblación:* Es el acto de introducir organismos acuáticos vivos nativos en cualquiera de los estados de su ciclo de vida, en cuerpos de agua de jurisdicción federal con fines de mantener, recuperar o incrementar las poblaciones naturales pesqueras;

XLII. *Sanidad acuícola:* Es el conjunto de prácticas y medidas establecidas en normas oficiales, encaminadas a la prevención, diagnóstico y control de las plagas, y enfermedades que afectan a dichas especies;

XLIII. *Secretaría:* La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, con excepción de aquellos casos en los que sea a través de SENASICA;

XLIV. *SEMARNAT:* La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XLV. *SENASICA:* El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria;

XLVI. *Unidad de manejo acuícola*: Se integra con las áreas comprendidas en una zona delimitada, en la que se establece un conjunto de unidades de producción con una infraestructura básica y las instalaciones necesarias para su operación y funcionamiento compartido, operada de forma común;

XLVII. *Veda:* Es el acto administrativo por el que se prohíbe llevar a cabo la pesca en un periodo o zona específica establecido mediante acuerdos o normas oficiales, con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie;

L *(sic DOF 24-07-2007)*. *Zona de escasa prevalencia:* Área geográfica determinada en donde se presenta una frecuencia mínima de casos recientes de una enfermedad o plaga de especies acuáticas vivas, en una especie y periodo específicos;

LI *(sic DOF 24-07-2007)*. *Zona de Refugio:* Las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea.

ARTÍCULO 5o.- En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

TÍTULO SEGUNDO
COMPETENCIAS Y CONCURRENCIA EN MATERIA DE PESCA Y ACUACULTURA

CAPÍTULO I
DE LA DISTRIBUCIÓN DE COMPETENCIAS

ARTÍCULO 6o.- La Federación, las Entidades Federativas, los Municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, ejercerán sus atribuciones en materia de pesca y acuacultura sustentables de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo reformado DOF 19-01-2018

ARTÍCULO 7o.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría, salvo las que directamente correspondan al Presidente de la República por disposición expresa de la ley.

Cuando, por razón de la materia y de conformidad con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal u otras disposiciones legales aplicables, se requiera de la intervención de otras dependencias, la Secretaría ejercerá sus atribuciones en coordinación con las mismas.

ARTÍCULO 8o.- Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las siguientes facultades:

I. Regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas;

II. Proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca y acuacultura sustentables así como los planes y programas que de ella se deriven;

III. Establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y acuacultura;

IV. Establecer los volúmenes de captura permisible;

V. Expedir los decretos para establecer y modificar o suprimir y fijar las épocas y zonas de veda;

VI. Fijar talla o peso mínimo de las especies susceptibles de captura;

VII. Expedir normas para el aprovechamiento, manejo, conservación y traslado de los recursos pesqueros y acuícolas, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

VIII. Promover y ejecutar acciones orientadas a la homologación y armonización de medidas con otros países en materia de sanidad, inocuidad y calidad de especies acuáticas;

IX. Acreditar la legal procedencia de los productos y subproductos pesqueros y acuícolas;

X. Concertar acuerdos y ejecutar programas de cooperación técnica en materia pesquera y acuícola y proponer las posiciones relacionadas con estas materias que sean presentadas por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos en los diversos foros y organismos internacionales, en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores;

XI. Resolver sobre la expedición de concesiones y permisos en materia pesquera y acuícola, en los términos de ésta Ley, sus disposiciones reglamentarias y normas oficiales que de ella deriven;

XII. Fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros y la repoblación de las áreas de pesca en coordinación con la autoridad competente, así como regular las zonas de refugio para proteger las especies acuáticas que así lo requieran, y establecerá las épocas y zonas de veda;

XIII. Proponer al titular del Ejecutivo Federal el presupuesto destinado al sector pesca y acuacultura, que deberá incluir al menos los siguientes programas: fortalecimiento de la cadena productiva, ordenamiento pesquero, organización y capacitación, investigación e infraestructura;

XIV. Regular y fijar el conjunto de instrumentos, artes, equipos, métodos, personal y técnicas de pesca;

XV. Fomentar y promover las actividades pesqueras y acuícolas y el desarrollo integral de quienes participan en dichas actividades;

XVI. Coordinar y supervisar la operación de los programas de administración y regulación pesquera y acuícola;

XVII. Determinar las zonas de captura y cultivo, en aguas interiores y frentes de playa, para la recolección de reproductores, así como las épocas y volúmenes a que deberá sujetarse la colecta;

XVIII. Aprobar, expedir y publicar la Carta Nacional Pesquera y la Carta Nacional Acuícola, y sus actualizaciones;

XIX. Establecer con la participación que en su caso, corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal, viveros, criaderos, épocas y zonas de veda;

XX. Participar en la determinación de niveles de incidencia y el reconocimiento de zonas libres y de baja prevalencia de enfermedades y plagas pesqueras y acuícolas;

XXI. Proponer el establecimiento y regulación de los sitios de desembarque y acopio para las operaciones pesqueras y acuícolas y promover ante las autoridades competentes la ubicación de los mismos;

XXII. Proponer, coordinar y ejecutar la política general de inspección y vigilancia en materia pesquera y acuícola, con la participación que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal;

XXIII. Solicitar y verificar la acreditación de la legal procedencia de los productos y subproductos pesqueros y acuícolas, así como supervisar el control de inventarios durante las épocas de veda;

XXIV. Fomentar y promover la producción, industrialización, abasto, comercialización, calidad, competitividad y exportación de los productos pesqueros y acuícolas, en todos sus aspectos, en coordinación con las dependencias competentes;

XXV. Proponer y coordinar la política nacional de competitividad de los productos pesqueros y acuícolas en el mercado internacional;

XXVI. Promover el establecimiento de zonas de acuacultura, así como la construcción de unidades de producción acuícola;

XXVII. Promover la organización y capacitación para el trabajo pesquero y acuícola y prestar servicios de asesoría y capacitación a las organizaciones pesqueras y acuícolas que lo soliciten;

XXVIII. Promover y apoyar la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico de la pesca y la acuacultura, así como el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de la planta productiva nacional;

XXIX. La coordinación con INAPESCA, como organismo público descentralizado responsable de la investigación científica y tecnológica del sector pesquero y de acuacultura nacional;

Fracción reformada DOF 07-06-2012

XXX. Establecer y operar el Sistema Nacional de Información Pesquera y Acuícola y el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura, así como mantenerlos actualizados en forma permanente, de conformidad con las disposiciones legales aplicables;

XXXI. Establecer bases de coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y celebrar acuerdos de concertación de acciones con los sectores productivos para la ejecución de programas y proyectos de fomento y desarrollo de las actividades pesqueras y acuícolas;

XXXII. Celebrar convenios o acuerdos de coordinación y colaboración con los gobiernos de las entidades federativas, en los términos de la presente Ley;

XXXIII. Promover, en coordinación con las instancias correspondientes de la administración pública, el consumo de productos pesqueros y acuícolas;

XXXIV. Promover la inclusión de proyectos de inversión en obra pública a la cartera de programas y proyectos de inversión de la Administración Pública Federal, mediante la concertación y colaboración con los tres órdenes de gobierno y los productores pesqueros y acuícolas;

XXXV. Promover la participación activa de las comunidades y los productores en la administración y manejo de los recursos pesqueros y acuícolas, a través del Consejo Nacional de Pesca y Acuacultura;

XXXVI. Determinar, con la participación de las instituciones de investigación, sectores productivos y Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura, zonas de repoblación de especies;

XXXVII. Expedir los lineamientos y llevar a cabo la operación del Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola;

XXXVIII. Realizar la inspección y vigilancia del cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos, normas oficiales y demás disposiciones que de ella se deriven;

XXXIX. Determinar las infracciones e imponer las sanciones administrativas que correspondan por incumplimiento o violación a los ordenamientos mencionados en la presente Ley;

Fracción reformada DOF 23-01-2014

XL. Promover, regular, dirigir e implementar la ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de pesca y acuacultura sustentables, en concordancia con la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables, y

Fracción adicionada DOF 23-01-2014

XLI. Las demás que expresamente le atribuya esta ley, sus disposiciones reglamentarias, las normas oficiales, así como las demás disposiciones aplicables.

Fracción reformada y recorrida DOF 23-01-2014

ARTÍCULO 9o.- De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la SEMARNAT se coordinará con la Secretaría para el cumplimiento de los objetivos previstos en la presente Ley, en materia de preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, particularmente, en los siguientes aspectos:

I. En áreas naturales protegidas, de acuerdo con la declaratoria de creación o el programa de manejo, emitir recomendaciones sustentadas, fundadas y motivadas, sobre los permisos y concesiones de pesca y acuacultura que se pretendan otorgar, así como los volúmenes de pesca incidental;

II. En el ámbito de su competencia llevar a cabo la inspección y vigilancia de las actividades pesqueras y acuícolas y coordinarse con la Secretaría o la Secretaría de Marina, de conformidad con las disposiciones legales aplicables;

III. Fomentar, promover áreas de protección, restauración, rehabilitación y conservación de los ecosistemas costeros, lagunarios y de aguas interiores, en los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

IV. Participar en la formulación del proyecto de Carta Nacional Pesquera, en los términos establecidos en esta Ley y demás ordenamientos aplicables; y

V. Dictar las medidas tendientes a la protección de los quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas sujetas a un estado especial de protección y determinarlas con la participación de la Secretaría y otras dependencias competentes. Asimismo, establecerá las vedas, totales o parciales, referentes a estas especies.

ARTÍCULO 10.- De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Secretaría de Marina, para el cumplimiento de los objetivos previstos en la presente Ley, en coordinación con la Secretaría, llevará a cabo:

I. La vigilancia en las zonas marinas mexicanas y realizar las inspecciones que se requieran para verificar el cumplimiento de las disposiciones en materia de pesca, de conformidad con la legislación nacional, así como con los Tratados Internacionales vigentes en los que México sea parte;

II. El levantamiento del acta de inspección si como resultado de la inspección realizada se detectan irregularidades de índole administrativa o de carácter penal o ambas, misma que se pondrá a disposición de la autoridad competente, junto con las embarcaciones, equipos, vehículos, artes de pesca, y productos relacionados con las mismas cuando así proceda, conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones aplicables;

III. Las actividades de apoyo o coadyuvancia en su caso, al Ministerio Público, para efectos de investigar ilícitos pesqueros en las zonas marítimas mexicanas, y

IV. Las demás que establezcan otras disposiciones y que se relacionen directamente con las actividades pesqueras.

CAPÍTULO II
DE LA COORDINACIÓN

ARTÍCULO 11.- Para la consecución de los objetivos de la presente Ley, la Secretaría podrá celebrar convenios o acuerdos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, con el objeto de que éstas, con la participación, en su caso, de sus municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, asuman las siguientes funciones:

Párrafo reformado DOF 19-01-2018

I. La administración de los permisos para la realización de pesca deportivo-recreativa;

II. La administración sustentable de las especies sésiles que se encuentren en los sistemas lagunarios estuarinos y en el mar territorial frente a sus costas, que se determinen previamente en la Carta Nacional Pesquera y en la Carta Nacional Acuícola;

III. La administración de la pesca en cuerpos de agua que sirvan de límite a dos Entidades Federativas, o que pasen de una a otra, que comprenderá además las funciones de inspección y vigilancia;

IV. El ordenamiento territorial y la sanidad de los desarrollos acuícolas;

V. La realización de acciones operativas tendientes a cumplir con los fines previstos en este ordenamiento, o

VI. La inspección y vigilancia del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones que de ella deriven.

ARTÍCULO 12.- Los convenios y acuerdos de coordinación que suscriba la Federación, por conducto de la Secretaría, con los gobiernos de las entidades federativas, con la participación, en su caso, de sus municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México deberán sujetarse a lo siguiente:

Párrafo reformado DOF 19-01-2018

I. Establecer su objeto con precisión, las materias y facultades que se asumirán, que deberán ser acordes con la política nacional de pesca y acuacultura sustentables;

II. Establecerán las responsabilidades y la participación de cada una de las partes, los bienes y recursos aportados por cada una, su destino y su forma de administración;

III. Se celebrarán a petición de una entidad federativa cuando garantice que cuenta con los recursos humanos capacitados y la estructura institucional específica para atender las funciones que asumiría de acuerdo con los recursos financieros que serán transferidos para cumplir con las responsabilidades;

IV. Establecerán el órgano u órganos que llevarán a cabo las acciones que resulten de los convenios o acuerdos de coordinación y definirán los procedimientos informativos correspondientes para vigilar el cumplimiento de los objetivos, y

V. Definirán la vigencia del instrumento, sus formas de modificación y terminación y, en su caso, la duración de sus prórrogas.

Los convenios y acuerdos de coordinación, así como sus modificaciones, deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación y en el órgano de difusión oficial del gobierno local respectivo.

CAPÍTULO III
DE LA CONCURRENCIA

ARTÍCULO 13.- Corresponden a los gobiernos de las Entidades Federativas, en el ámbito de su competencia de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y lo que establezcan las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

Párrafo reformado DOF 19-01-2018

I. Diseñar y aplicar la política, los instrumentos y los programas para la pesca y la acuacultura estatal, en concordancia con la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables, vinculándolos con los programas nacionales, sectoriales y regionales, así como con su respectivo Plan de Desarrollo de la entidad federativa;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

II. Formular y ejercer la política local de inspección y vigilancia pesquera y acuícola en el marco del Convenio específico signado con la Secretaría en estas materias y participar de conformidad con los acuerdos y convenios que se celebren con la Federación en las acciones de prevención y combate a la

pesca ilegal, así como en la formulación y evaluación del Programa Integral de Inspección y Vigilancia para el Combate a la Pesca Ilegal;

III. Celebrar convenios o acuerdos de coordinación y colaboración con el gobierno federal en materia de pesca y acuacultura;

IV. Participar con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal en la elaboración de planes de manejo y de normas oficiales de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y otras disposiciones aplicables;

V. Integrar el Consejo de Pesca y Acuacultura de la entidad federativa para promover la participación activa de las comunidades y los productores en la administración y manejo de los recursos pesqueros y acuícolas y participar en la operación del Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola;
Fracción reformada DOF 19-01-2018

VI. Establecer, operar y mantener actualizado el Sistema de la entidad federativa de Información Pesquera y Acuícola y participar en la integración del Sistema Nacional de Información Pesquera y Acuícola, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, así como integrar y operar el sistema estadístico pesquero y acuícola estatal y proporcionar la información estadística local a las autoridades federales competentes para actualizar la Carta Nacional Pesquera y la Carta Nacional Acuícola;
Fracción reformada DOF 19-01-2018

VII. Establecer, operar y mantener actualizado el Registro de la entidad federativa de Pesca y Acuacultura con carácter público y participar en la integración del Registro Nacional de Pesca y Acuacultura, de conformidad con las disposiciones legales aplicables;
Fracción reformada DOF 19-01-2018

VIII. Promover y apoyar la construcción, mejora y equipamiento de embarcaciones y artes de pesca, así como la creación y operación de esquemas de financiamiento adecuados para el desarrollo integral de la actividad pesquera y acuícola;

IX. Participar en la formulación e implementación de los programas de ordenamiento pesquero y acuícola;

X. Promover la investigación aplicada y la innovación tecnológica de la pesca y acuacultura;

XI. Promover el consumo de una mayor variedad de productos pesqueros y acuícolas;

XII. La aplicación de los instrumentos de política acuícola, previstos en las leyes locales en la materia, así como en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación;

XIII. Coordinarse con la Federación, sus Municipios y con otras Entidades Federativas, para el ordenamiento territorial de los desarrollos acuícolas;

XIV. Promover mecanismos de participación pública de los productores en el manejo y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas conforme a lo dispuesto en esta Ley y otras disposiciones jurídicas federales y locales aplicables;

XV. En los cuerpos de agua dulce continental a que se refiere el párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con excepción de las aguas continentales que abarquen dos o más entidades federativas, las que pasen de una a otra, y las transfronterizas sujetas a la jurisdicción federal:

a) Administrar las actividades de pesca y acuacultura que se realicen en zonas y bienes de su competencia;

b) Expedir, de acuerdo a sus respectivas legislaciones, las autorizaciones que correspondan;

c) Ordenar, fomentar y promover el desarrollo de la pesca y acuacultura;

d) Participar con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal en la determinación de especies acuáticas sujetas a la protección especial, amenazadas o en peligro de extinción;

e) Determinar, de acuerdo con las condiciones técnicas y naturales, las zonas de captura, cultivo y recolección;

f) Establecer viveros, criaderos, reservas de especies acuáticas y épocas y zonas de veda; y

g) Participar con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal, en la elaboración de normas oficiales y planes de manejo relativos al aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas;

XVI. El ejercicio de las funciones que les transfiera la Federación, conforme a lo dispuesto por la presente Ley;

Fracción reformada DOF 23-01-2014

XVII. Coordinarse con la Federación, con otras Entidades Federativas, con sus Municipios o, en su caso, con las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México en materia de pesca y acuacultura sustentables, para la implementación de acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, y

Fracción adicionada DOF 23-01-2014. Reformada DOF 19-01-2018

XVIII. Las demás que no estén otorgadas expresamente a la Federación.

Fracción recorrida DOF 23-01-2014

ARTÍCULO 14.- Corresponden a los Municipios en el ámbito de su competencia y, en su caso, a las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, y de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y lo que establezcan las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

Párrafo reformado DOF 19-01-2018

I. Diseñar y aplicar la política y los programas locales para la pesca y la acuacultura, vinculándolos con los programas nacionales, de las entidades federativas y regionales;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

II. Participar en la integración del Sistema de Información Pesquera y Acuícola y del Registro de Pesca y Acuacultura, ambos de la entidad federativa;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

III. Promover mecanismos de participación pública en el manejo y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas;

IV. Proponer a través del Consejo de Pesca y Acuacultura de la entidad federativa, métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros y la repoblación de las áreas de pesca;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

V. Participar en la formulación de los programas de ordenamiento pesquero y acuícola;

VI. En coordinación con el gobierno de la entidad federativa, participar en las acciones de sanidad acuícola, en los términos de esta Ley y de la legislación local;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

VII. Promover y fomentar la actividad acuícola, en armonía con la preservación del ambiente y la conservación de la biodiversidad; y

VIII. Participar, de conformidad con los acuerdos y convenios que se celebren con las autoridades competentes, en la inspección y vigilancia en su jurisdicción.

ARTÍCULO 15.- Las legislaturas de las entidades federativas, con arreglo a sus respectivas Constituciones, expedirán las disposiciones legales que sean necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta Ley. Los ayuntamientos, por su parte, dictarán los bandos de policía y buen gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas que correspondan, para que, en sus respectivas circunscripciones, se cumplan las previsiones del presente ordenamiento y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México.

En el ejercicio de sus atribuciones, las entidades federativas, los municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven.

Artículo reformado DOF 19-01-2018

ARTÍCULO 16.- Las contribuciones que por el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas se generen, así como los que se obtengan por el otorgamiento de concesiones o permisos y por cualquier otro concepto relacionado con esta actividad y cuya administración se efectúe por los gobiernos locales, ingresarán a sus haciendas públicas, con base en lo señalado en la Ley de Coordinación Fiscal, y deberán aplicarse en los programas relacionados con el sector pesquero y acuícola.

Los convenios y acuerdos de coordinación deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación y en el órgano de difusión oficial del gobierno local respectivo.

TÍTULO TERCERO
DE LA POLÍTICA NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

CAPÍTULO I
PRINCIPIOS GENERALES

ARTÍCULO 17.- Para la formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables, en la aplicación de los programas y los instrumentos que se deriven de ésta Ley, se deberán observar los siguientes principios:

I. El Estado Mexicano reconoce que la pesca y la acuacultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas;

II. Que la pesca y la acuacultura se orienten a la producción de alimentos para el consumo humano directo para el abastecimiento de proteínas de alta calidad y de bajo costo para los habitantes de la nación;

III. Que el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad;

IV. Que la investigación científica y tecnológica se consolide como herramienta fundamental para la definición e implementación de políticas, instrumentos, medidas, mecanismos y decisiones relativos a la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, además de ser un instrumento que considere la implementación de acciones en materia de pesca y acuacultura sustentables para la mitigación y adaptación al cambio climático;

Fracción reformada DOF 23-01-2014

V. Reconocer a la acuacultura como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera, ofrecer opciones de empleo en el medio rural, incrementar la producción pesquera y la oferta de alimentos que mejoren la dieta de la población mexicana, así como la generación de divisas;

VI. El ordenamiento de la acuacultura a través de programas que incluyan la definición de sitios para su realización, su tecnificación, diversificación, buscando nuevas tecnologías que reduzcan los impactos ambientales y que permitan ampliar el número de especies nativas que se cultiven, dando prioridad en todo momento al cultivo de especies nativas sobre las especies exóticas;

Fracción reformada DOF 05-12-2014

VII. El uso de artes y métodos de pesca selectivos y de menor impacto ambiental, a fin de conservar y mantener la disponibilidad de los recursos pesqueros, la estructura de las poblaciones, la restauración de los ecosistemas costeros y acuáticos, así como, la calidad de los productos de la pesca;

VIII. Con el fin de conservar y proteger los recursos pesqueros y los ecosistemas en los que se encuentran las autoridades administrativas competentes en materia de pesca y acuacultura adoptarán el enfoque precautorio que incluya la definición de límites de captura y esfuerzo aplicables, así como la evaluación y monitoreo del impacto de la actividad pesquera sobre la sustentabilidad a largo plazo de las poblaciones;

IX. Posicionar los productos pesqueros y acuícolas nacionales en los mercados de alto valor, garantizando la eficiencia y sanidad a lo largo de la cadena productiva, dándoles valor agregado;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

X. Impulsar el establecimiento de una cultura de inocuidad en el manejo, distribución y comercialización de productos pesqueros y acuícolas;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

XI. Los sectores pesquero y acuícola se desarrollarán desde una perspectiva sostenible, que integre y concilie los factores económicos, sociales y ambientales, a través de un enfoque estratégico y ecoeficiente;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

XII. Transversalidad para la instrumentación de políticas públicas con enfoque interdisciplinario para el fortalecimiento y desarrollo de una cultura empresarial pesquera y acuícola, orientada a toda la cadena productiva, que aumente la productividad y mejore la competitividad;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

XIII. Impulso regional equilibrado y equitativo, que priorice el desarrollo de las comunidades y pueblos indígenas;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

XIV. Financiamiento para el desarrollo e innovación tecnológica y científica, modernización de la flota pesquera, unidades de cultivo, técnicas ecoeficientes, plantas procesadoras, métodos y artes de captura;

Fracción adicionada DOF 17-03-2015

XV. La transparencia en los procedimientos administrativos relativos al otorgamiento de concesiones y permisos para realizar actividades pesqueras y acuícolas, así como en las medidas para el control del esfuerzo pesquero, para que sean eficaces e incorporen mecanismos de control accesibles a los productores, y

Fracción recorrida DOF 17-03-2015

XVI. La participación, consenso y compromiso de los productores y sus comunidades en la corresponsabilidad de aprovechar de forma integral y sustentable los recursos pesqueros y acuícolas.

Fracción recorrida DOF 17-03-2015

ARTÍCULO 18.- Las entidades federativas y los municipios en el ámbito de sus competencias, observarán y aplicarán los principios a que se refiere el artículo anterior.

ARTÍCULO 19.- En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política nacional de pesca y acuacultura que se establezca de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política nacional de pesca y acuacultura que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.

Las medidas, programas e instrumentos económicos relativos al desarrollo de la actividad pesquera y acuícola, deberán sujetarse a las disposiciones de las Leyes de Ingresos, Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y del Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal que corresponda y deberán asegurar su eficacia, selectividad y transparencia. En todo caso los programas e instrumentos económicos deberán prever la canalización efectiva y suficiente de apoyos para fomentar las actividades pesquera y acuícola.

ARTÍCULO 20.- El Programa Nacional de Pesca y Acuacultura, se sujetará a las previsiones del Plan Nacional de Desarrollo y contemplará, entre otros aspectos:

I. Información general sobre la distribución y abundancia de las especies susceptibles de aprovechamiento comercial;

II. Estado o condición de las pesquerías aprovechadas;

III. Estimación de los volúmenes de captura máxima permisible;

IV. Investigación y desarrollo de tecnologías de captura, que incluyan estudios sobre selectividad, eficiencia de las artes, métodos y equipos de pesca;

V. Investigación y desarrollo tecnológico para el manejo y procesamiento de recursos pesqueros;

VI. Investigación científica y tecnológica orientada a incrementar la capacidad de producción pesquera;

VII. Programas que fomenten la pesca de los habitantes de las comunidades indígenas, utilizando sus artes y métodos de pesca tradicionales;

VIII. Estudios para identificar los cuerpos de agua susceptibles de ser restaurados para la recuperación de los ecosistemas y, por ende, el incremento de la producción;

IX. Mecanismos específicos para el impulso a la producción, comercialización y consumo en la población nacional;

X. Programas que promuevan proyectos de infraestructura productiva y social que fomenten el desarrollo de las comunidades pesqueras;

XI. Planes de manejo pesquero y de acuacultura publicados por la autoridad correspondiente;

XII. Programas que impulsen el desarrollo de la investigación científica y tecnológica para la diversificación productiva y el aprovechamiento de la acuacultura de especies nativas;

XIII. Programas que promuevan la acuacultura rural e industrial, así como la reconversión productiva como una alternativa de desarrollo;

Fracción reformada DOF 10-11-2014

XIV. El Programa Integral de Inspección y Vigilancia para el Combate a la Pesca Ilegal, y

Fracción reformada DOF 10-11-2014

XV. Apoyos a los pescadores y acuacultores que se dediquen de manera legal y sustentable a la captura y al cultivo de los recursos pesqueros y acuícolas en aguas nacionales, tanto marinas como continentales.

Fracción adicionada DOF 10-11-2014

ARTÍCULO 21.- Para las acciones de inspección y vigilancia, la Secretaría, con la participación que corresponda a la Secretaría de Marina, tendrá como función primordial la salvaguarda de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la prevención de infracciones administrativas.

La Secretaría, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y con la colaboración de los productores pesqueros y acuícolas, comunidades indígenas, los gobiernos municipales y otras instituciones públicas formulará, operará y evaluará el Programa Integral de Inspección y Vigilancia Pesquera y Acuícola para el Combate a la Pesca Ilegal, especialmente en las zonas sobreexplotadas y de repoblación, para enfrentarla con diversas acciones, así como para prevenir actos sancionados por la presente Ley y otras disposiciones aplicables.

La Secretaría dispondrá de los recursos humanos, técnicos, financieros y materiales necesarios para la ejecución de las acciones previstas en el Programa y promoverá la participación de las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las entidades federativas y de los municipios, en los términos de la distribución de competencias y de los acuerdos o convenios que para tal efecto se celebren.

CAPÍTULO II
DEL CONSEJO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA

ARTÍCULO 22.- A efecto de proponer programas de carácter regional, estatal y municipal para el manejo adecuado de cultivos y pesquerías que impulsen el desarrollo de la pesca y acuacultura, fortalecer las acciones de inspección y vigilancia, así como para la descentralización de programas, recursos y funciones, el Consejo Nacional de Pesca y Acuacultura se convertirá en un foro intersectorial de apoyo, coordinación, consulta, concertación y asesoría, que será convocado cuando menos una vez al año y será presidido por el titular de la Secretaría con la colaboración de CONAPESCA, que tendrá como objeto proponer las políticas, programas, proyectos e instrumentos tendientes al apoyo, fomento,

productividad, regulación y control de las actividades pesqueras y acuícolas, así como a incrementar la competitividad de los sectores productivos.

El Consejo estará conformado por representantes de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal relacionadas con las atribuciones de la Secretaría, representantes de las organizaciones sociales y de productores de los sectores pesquero y acuícola, así como por los titulares de las dependencias competentes en estas materias de los gobiernos de las entidades federativas del país, y participará en el Comité Mixto del Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola.

ARTÍCULO 23.- La Secretaría promoverá la integración de Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura en las entidades federativas del país. La Secretaría podrá solicitar al Consejo Estatal de que se trate, opiniones y observaciones técnicas respecto de las solicitudes de aprovechamiento de recursos pesqueros y acuícolas, previamente a que sean resueltas. El Consejo correspondiente contará con quince días hábiles para emitir su opinión.

TÍTULO CUARTO
DEL FOMENTO A LA PESCA Y A LA ACUACULTURA

CAPÍTULO I
DEL FOMENTO

ARTÍCULO 24.- La Secretaría, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, y en lo que corresponda, con los gobiernos de las entidades federativas, realizará las acciones necesarias para fomentar y promover el desarrollo de la pesca y la acuacultura, en todas sus modalidades y niveles de inversión, y para tal efecto:

I. Establecerá servicios de investigación en reproducción, genética, nutrición, sanidad y extensionismo, entre otros, para apoyar a las personas y organizaciones que se dediquen a esas actividades;

II. Asesorará a los acuacultores para que el cultivo y explotación de la flora y fauna acuática, se realicen de acuerdo con las prácticas que las investigaciones científicas y tecnológicas aconsejen; así como en materia de construcción de infraestructura, adquisición y operación de plantas de conservación y transformación industrial, insumos, artes y equipos de cultivo y demás bienes que requiera el desarrollo de la actividad acuícola;

III. Fomentará, promoverá y realizará acciones tendientes a:

a. La formulación y ejecución de programas de apoyo financiero para el desarrollo de la pesca y la acuacultura, que incluyan, entre otros aspectos, la producción de especies comestibles y ornamentales de agua dulce, estuarinas y marinas, la reconversión productiva, la transferencia tecnológica y la importación de tecnologías de ciclo completo probadas y amigables con el ambiente;

b. La construcción de parques de acuacultura, así como de unidades de producción, centros acuícolas y laboratorios dedicados a la producción de organismos destinados al ornato, al cultivo y repoblamiento de las especies de la flora y fauna acuática;

c. La construcción, mejora y equipamiento de embarcaciones y de artes de pesca selectiva y ambientalmente seguras, mediante el apoyo a programas de sustitución y modernización de las mismas;

d. La construcción de infraestructura portuaria pesquera, así como el mejoramiento de la infraestructura existente;

e. La investigación científica y tecnológica en pesca y acuacultura;

f. La elaboración coordinada de programas de industrialización, comercialización y consumo de productos pesqueros y acuícolas, tendientes a fortalecer las redes de valor de los productos generados por la pesca y la acuacultura, mediante acciones de apoyo y difusión;

g. La organización económica de los productores y demás agentes relacionados al sector, a través de mecanismos de comunicación, concertación y planeación;

h. La realización de obras de rehabilitación ambiental en sistemas lagunarios costeros;

i. La aplicación de estímulos fiscales, económicos y de apoyo financiero necesarios para el desarrollo productivo y competitivo de la pesca y la acuacultura. Para estos efectos, la Secretaría se coordinará con las dependencias y entidades competentes, además de observar y aplicar lo dispuesto en la Ley de Energía para el Campo;

j. Impulsar acciones para la formación de capital humano que se vincule con organizaciones de productores que participan en las cadenas productivas acuícolas y pesqueras;

k. Favorecer la creación de figuras organizativas para la promoción comercial de los productos pesqueros y acuícolas en los mercados nacional e internacional; y

l. Establecer acciones conjuntas para el fortalecimiento de las redes de valor, en coordinación con los diversos comités sistema-producto acuícolas y pesqueros.

IV. La Secretaría podrá vender los productos obtenidos de la reproducción de especies generadas en sus centros acuícolas, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Ingresos de la Federación; y

V. Promoverá el ordenamiento de la pesca y acuacultura y diseñará estructuras y mecanismos para el otorgamiento de créditos a sus beneficiarios y su capacitación, así como para instrumentar servicios de comercialización de productos, investigación y adaptación al cambio tecnológico.

ARTÍCULO 25.- En materia de pesca deportivo-recreativa, la Secretaría fomentará la práctica y el desarrollo de esta actividad, para lo cual, en coordinación con las dependencias y entidades competentes y con los sectores interesados:

I. Promoverá la construcción de la infraestructura necesaria para esta actividad;

II. Dispondrá las medidas de conservación y protección necesarias;

III. Promoverá y autorizará torneos de pesca deportivo-recreativa;

IV. Propiciará la celebración de convenios con organizaciones y prestadores de servicios, para que los pescadores deportivos protejan las especies;

V. Fomentará la práctica de capturar y liberar, y

VI. Promoverá la celebración de convenios con organizaciones, prestadores de servicios y particulares para facilitar la obtención de los permisos que se requieran para la pesca deportivo-recreativa, mediante el pago de los derechos correspondientes.

CAPÍTULO II

DEL FONDO MEXICANO PARA EL DESARROLLO PESQUERO Y ACUÍCOLA PROMAR

ARTÍCULO 26.- El Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola, PROMAR, será el instrumento para promover la creación y operación de esquemas de financiamiento para la conservación, incremento y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, la investigación, el desarrollo y transferencia de tecnología, facilitando el acceso a los servicios financieros en el mercado, impulsando proyectos que contribuyan a la integración y competitividad de la cadena productiva y desarrollando los mecanismos adecuados, así como para garantizar a las instituciones financieras de banca de desarrollo, Financiera Rural o a los Intermediarios Financieros Rurales que operen con el Fondo, la recuperación de los créditos que se otorguen a las organizaciones de productores pesqueros y acuícolas.

El Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola, operará a través de un Comité Mixto, en el habrá una representación equilibrada y proporcionada del sector público federal, las entidades federativas, así como de las organizaciones privadas y sociales de productores pesqueros y acuícolas.

La existencia del fondo no limita la creación de diversos fondos privados o sociales que tengan una relación directa con el desarrollo pesquero y acuícola.

ARTÍCULO 27.- El Fondo Mexicano para el Desarrollo Pesquero y Acuícola se podrá integrar con:

I. Las aportaciones que efectúen los gobiernos federal, de las entidades federativas y municipales;
Fracción reformada DOF 19-01-2018

II. Créditos y apoyos de organismos nacionales e internacionales;

III. Las aportaciones y donaciones de personas físicas o morales de carácter privado, mixto, nacionales e internacionales;

IV. Las aportaciones provenientes de los aranceles que se impongan a los bienes pesqueros y acuícolas importados;

V. El producto de sus operaciones y de la inversión de fondos libres en valores comerciales o del sector público; y

VI. Los demás recursos que obtenga por cualquier otro concepto.

TÍTULO QUINTO
DE LA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN PESQUERA Y ACUÍCOLA

CAPÍTULO I
DE LA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN

ARTÍCULO 28.- La investigación científica y tecnológica en pesca y acuacultura, así como la capacitación en estas materias, tendrán como propósitos esenciales:

I. Orientar las decisiones de las autoridades competentes en materia de pesca y acuacultura, relativas a la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas;

II. Incrementar la capacidad para identificar, cuantificar, aprovechar, administrar, transformar, conservar e incrementar las especies pesqueras y acuícolas;

III. Promover el diseño de nuevas artes y métodos de pesca selectivos y ambientalmente seguros;

IV. Establecer procedimientos de evaluación para determinar el estado de las pesquerías del país;

V. Brindar elementos para determinar las condiciones en que deben realizarse la pesca y los cultivos de especies acuícolas, de manera que se lleven a cabo en equilibrio con el medio ambiente;

VI. Desarrollar investigación en materia de sanidad e inocuidad acuícola y pesquera, y

VII. Brindar elementos para el establecimiento de medidas encaminadas a protección de especies pesqueras sobreexplotadas.

ARTÍCULO 29.- El INAPESCA será el órgano administrativo con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de dirigir, coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuacultura, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector pesquero y acuícola.

Párrafo reformado DOF 07-06-2012

Para el cumplimiento de su objetivo el INAPESCA contará, entre otras, con las siguientes atribuciones:

I. Realizar investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, en materia de pesca y acuacultura;

II. Emitir opinión de carácter técnico y científico para la administración y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas;

III. Coordinar la formulación e integración del Programa Nacional de Investigación Científica Tecnológica en Pesca y Acuacultura, con base en las propuestas de las instituciones educativas y académicas, de investigación, universidades, y organizaciones de productores;

IV. Coordinar la integración y funcionamiento de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuacultura, para la articulación de acciones, la optimización de recursos humanos, financieros y de infraestructura;

V. Elaborar y proponer la expedición y actualización de la Carta Nacional Pesquera y la Carta Nacional Acuícola;

VI. Dar asesoramiento científico y técnico a los pescadores y acuicultores, que así lo soliciten, para conservar, repoblar, fomentar, cultivar y desarrollar especies pesqueras y acuícolas;

VII. Apoyar, desarrollar y promover la transferencia de los resultados de la investigación y de la tecnología generada por el Instituto de forma accesible a los productores pesqueros y acuícolas;

VIII. Formular estudios y propuestas para el ordenamiento de la actividad pesquera y acuícola en coordinación con centros de investigación, universidades, autoridades federales y de los gobiernos de las entidades federativas;

Fracción reformada DOF 19-01-2018

IX. Coadyuvar en la realización de análisis de riesgo sobre la introducción, establecimiento y diseminación de plagas y enfermedades acuícolas;

X. Promover y coordinar la participación y vinculación de los centros de investigación, de las universidades e instituciones de educación superior con el sector productivo para el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación aplicada y de innovación tecnológica en materia de pesca y acuacultura;

XI. Promover los estudios técnicos y el desarrollo de la acuacultura de especies nativas;

XII. Emitir opiniones y dictámenes técnicos, en las áreas de competencia del Instituto;

XIII. Formular y ejecutar programas de adiestramiento y capacitación al sector pesquero y acuícola;

XIV. Difundir sus actividades y los resultados de sus investigaciones, sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual y de la información que por su naturaleza deba reservarse conforme a la ley de la materia;

XV. Elaborar los planes de manejo de las actividades pesqueras y acuícolas por recurso o recursos;

XVI. Difundir y publicar los resultados de las investigaciones que realicen de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública;

XVII. Designar observadores a bordo en las embarcaciones o en las instalaciones pesqueras o acuícolas, para fines de investigaciones; y

XVIII. Las demás que expresamente le atribuya ésta Ley, sus disposiciones reglamentarias, las normas oficiales que de ella deriven, las leyes y reglamentos correspondientes vinculados al ámbito de la pesca y la acuacultura.

El INAPESCA contará con centros regionales y estatales de investigación acuícola y pesquera.

ARTÍCULO 30.- El INAPESCA contará con un Comité Asesor Técnico y Científico, que se integrará por el Titular del Instituto, quien lo presidirá, un Coordinador General y por representantes de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuacultura. El Comité asesor técnico científico se integrará, organizará y funcionará en los términos que señale el reglamento que para tal efecto se dicte.

ARTÍCULO 31.- El INAPESCA promoverá y coordinará la integración de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuacultura, con el objeto de vincular y fortalecer la investigación científica y el desarrollo tecnológico, así como desarrollo, innovación y transferencia tecnológica para el manejo y administración de los recursos pesqueros y el desarrollo ordenado de la acuacultura.

La Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuacultura estará integrada por los centros de investigación, universidades, escuelas o cualquier institución académica con reconocimiento en el ámbito de las ciencias marinas, pesqueras y de acuacultura, que sea aceptado para su incorporación a la Red.

El INAPESCA evaluará los resultados de las investigaciones realizadas por las instituciones integrantes de la Red y, en su caso, les otorgará la validez para que puedan ser tomadas en cuenta por las unidades administrativas de la Secretaría, para establecer las medidas de regulación, manejo y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas.

CAPÍTULO II
DE LA CARTA NACIONAL PESQUERA

ARTÍCULO 32.- La Carta Nacional Pesquera es la presentación cartográfica y escrita que contiene el resumen de la información necesaria del diagnóstico y evaluación integral de la actividad pesquera y acuícola, así como de los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas, en aguas de jurisdicción federal. Su contenido tendrá carácter informativo para los sectores productivos y será vinculante en la toma de decisiones de la autoridad pesquera en la adopción e implementación de instrumentos y medidas para el control del esfuerzo pesquero, en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de actividades pesqueras y acuícolas, y en la implementación y ejecución de acciones y medidas relacionadas con dichos actos administrativos.

La elaboración y actualización de la Carta Nacional Pesquera estará a cargo de la INAPESCA, con la participación que le corresponda a las demás unidades administrativas de la Secretaría y las contribuciones del sector académico y productivo, que deberán hacerse del conocimiento del Comité Asesor Técnico Científico del INAPESCA y deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación anualmente y podrán publicarse actualizaciones de las fichas individuales, sin que el total de la Carta pierda su validez.

ARTÍCULO 33.- La Carta Nacional Pesquera, contendrá:

I. El inventario de los recursos pesqueros que se encuentran en aguas de jurisdicción federal, susceptibles de aprovechamiento;

II. El esfuerzo pesquero susceptible de aplicarse por especie o grupo de especies en un área determinada;

III. Los lineamientos, estrategias y demás previsiones para la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos pesqueros, para la realización de actividades productivas y demás obras o actividades que puedan afectar los ecosistemas respectivos y las artes y métodos de pesca;

IV. Las normas aplicables en materia de preservación, protección, aprovechamiento de los recursos pesqueros, incluyendo las relativas a la sanidad, calidad e inocuidad de los productos pesqueros, y

V. La demás información que se determine en el Reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 34.- La SEMARNAT participará en la revisión del proyecto de Carta Nacional Pesquera y sus actualizaciones. Para tales efectos, contará con un plazo de cuarenta y cinco días contados a partir de que reciba el proyecto, enviado por el INAPESCA, pudiendo solicitar información adicional si así lo requiere y emitir, en su caso, las observaciones y recomendaciones que considere pertinentes, debidamente motivadas y fundamentadas, las cuales serán tomadas en cuenta por el INAPESCA en la formulación del documento definitivo.

Si en el plazo señalado la SEMARNAT no realiza observaciones o recomendaciones al proyecto de Carta Nacional Pesquera o a sus actualizaciones, se entenderá que no existe objeción de su parte al contenido de dicho proyecto y el INAPESCA lo turnará a la Secretaría para su expedición.

ARTÍCULO 35.- Bajo el marco de coordinación y durante la elaboración del proyecto y previo a la publicación de la Carta Nacional Pesquera y sus actualizaciones, la Secretaría deberá solicitar la opinión de las dependencias de la Administración Pública Federal que deban intervenir, de conformidad con sus atribuciones, para que en un plazo no mayor de treinta días la emitan.

TÍTULO SEXTO
INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA PESQUERA

CAPÍTULO I
DE LOS INSTRUMENTOS

ARTÍCULO 36.- Para los fines y objetivos de la presente Ley, se reconocen como instrumentos de la política pesquera a los siguientes:

I. Los programas de ordenamiento pesquero;

II. Los planes de manejo pesquero; y

III. Las concesiones y permisos.

Los instrumentos contenidos en esta Ley, se aplicarán en congruencia con los previstos en otras disposiciones legales.

CAPÍTULO II
PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO PESQUERO

ARTÍCULO 37.- Los programas de ordenamiento pesquero deberán contener, al menos:

I. La delimitación precisa del área que abarcará el programa;

II. Lista exhaustiva y actualizada de los usuarios de la región;

III. Recursos pesqueros sujetos a aprovechamiento; y

IV. Los planes de manejo pesquero sancionados y publicados.

ARTÍCULO 38.- Las autoridades apoyarán la creación de mecanismos de control de los propios productores, apoyados en el conocimiento tradicional de sistemas de manejo, donde existan, y promoverá la formación de grupos comunitarios que coadyuven a la administración y protección de dichos recursos sobre la base de los principios rectores de la presente Ley.

CAPÍTULO III
PLANES DE MANEJO

ARTÍCULO 39.- Para los fines y objetivos de la presente Ley, los planes de manejo pesquero deberán incluir:

I. Los objetivos de manejo definidos por el Consejo Nacional de Pesca y los Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura;

II. Descripción de las características biológicas de las especies sujetas a explotación;

III. La forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma;

IV. Ciclo de captura y estado de aprovechamiento de la pesquería;

V. Ubicación de las áreas geográficas a que estará sujeto el aprovechamiento;

VI. Indicadores socioeconómicos de la población dedicada a la pesca en la región y su impacto en la misma, y

VII. Artes y métodos de pesca autorizados.

CAPÍTULO IV
DE LAS CONCESIONES Y PERMISOS

ARTÍCULO 40.- Requieren concesión las siguientes actividades:

I. La pesca comercial; y

II. La acuacultura comercial.

ARTÍCULO 41.- Requieren permiso las siguientes actividades:

I. Acuacultura comercial;

II. Acuacultura de fomento;

III. Acuacultura didáctica;

IV. Pesca comercial;

V. Pesca de fomento;

VI. Pesca didáctica;

VII. Pesca deportivo-recreativa, excepto la que se realice desde tierra;

VIII. Trabajos pesqueros necesarios para fundamentar las solicitudes de concesión;

IX. Pesca por extranjeros cuando se declaren excedentes en la zona económica exclusiva;

X. Pesca en altamar o en aguas de jurisdicción extranjera por embarcaciones de matrícula y bandera mexicana, de conformidad con los Convenios Internacionales de los que México sea parte;

XI. La instalación de artes de pesca fijas en aguas de jurisdicción federal;

XII. La recolección del medio natural de reproductores;

XIII. La introducción y la repoblación de especies vivas en cuerpos de agua de jurisdicción federal;

XIV. La descarga en puertos extranjeros o el trasbordo de especies capturadas por embarcaciones pesqueras de bandera mexicana, y

XV. El desembarque de productos pesqueros comerciales en cualquier presentación en puertos mexicanos, por embarcaciones pesqueras extranjeras.

ARTÍCULO 42.- La Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos para la pesca comercial a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias.

La Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos a personas físicas o morales para la acuacultura comercial, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias.

Las concesiones se otorgarán en función de la evaluación de los resultados que arrojen los estudios técnicos y económicos, así como de la cuantía y recuperación de la inversión.

Los permisos se otorgarán cuando por la cuantía de la inversión no se requiera de estudios técnicos y económicos.

ARTÍCULO 43.- El otorgamiento de concesiones y permisos, quedará sujeto a las modalidades que dicte el interés público, condicionado siempre a la disponibilidad y preservación del recurso de que se trate. La Secretaría basará sus decisiones en criterios de equidad social y en la información científica disponible del recurso pesquero. Asimismo, se otorgarán preferentemente a los habitantes de las comunidades locales, siempre y cuando utilicen artes de pesca autorizadas.

En igualdad de circunstancias, tendrán preferencia las solicitudes de las comunidades indígenas. Cuando la concesión o permiso pueda afectar el hábitat de alguna comunidad indígena la autoridad deberá recabar el parecer de los representantes de dicha comunidad.

Con el fin de apoyar las actividades productivas de las comunidades indígenas, la Secretaría promoverá programas que favorezcan su desarrollo sustentable. Asimismo les dotará de estímulos, recursos y tecnologías para que incrementen sus capacidades productivas.

La Secretaría establecerá los procedimientos y mecanismos necesarios, para que los títulos o documentos en los que consten las concesiones y permisos, sean traducidos a las lenguas de los concesionarios o permisionarios pertenecientes a los pueblos indígenas, o bien, para asegurar que les sea interpretado su contenido.

ARTÍCULO 44.- Para el otorgamiento de concesiones o permisos de recursos que se encuentren bajo el estatus de recuperación o sobreexplotación se procederá además de los requisitos señalados en la presente Ley y su Reglamento, conforme a lo que disponga la Carta Nacional Pesquera.

ARTÍCULO 45.- La Secretaría resolverá las solicitudes de concesión o permiso dentro de un plazo que no excederá de sesenta días hábiles desde su fecha de presentación y estando debidamente integrado el expediente. Excepcionalmente, en el caso de concesiones, dicho plazo podrá ampliarse por otros sesenta días hábiles, cuando así se requiera por las características del proyecto, en los supuestos y términos que establezca el Reglamento.

En caso de que se hubiere presentado la información o documentación incompleta, la Secretaría requerirá por escrito fundado y motivado, y por única vez, a los solicitantes, para que la integren en un plazo no mayor de 15 días hábiles, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento.

En caso de que la autoridad omita dar a conocer al promovente la resolución recaída a su solicitud, se considerará que ha resuelto negar lo solicitado. A petición del interesado, se deberá expedir constancia de tal circunstancia dentro de los cinco días hábiles siguientes a la fecha en que se debería emitir la resolución de la solicitud respectiva, de conformidad con la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

La falta de resolución a la solicitud podrá implicar responsabilidades a los servidores públicos a quienes competa tal resolución, conforme a lo dispuesto en las leyes aplicables.

ARTÍCULO 46.- Las concesiones o permisos que expida la Secretaría se otorgarán por embarcación o unidad de esfuerzo pesquero, según se defina para cada especie, grupo de especies o áreas, en el Reglamento de la presente Ley y en las normas oficiales que deriven de la misma.

El concesionario o permisionario deberá tener siempre a bordo el documento que demuestre que la embarcación está autorizada para operar, la cual deberá tener matrícula y bandera mexicanas y estar registrada en el Registro Público Marítimo Nacional, en los términos de la Ley de Navegación, así como en el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura.

Las embarcaciones pesqueras que establezca el reglamento de la presente Ley deberán llevar un libro de registro que se denominará bitácora de pesca, que contendrá la información que se determine en el propio Reglamento.

Las demás obligaciones y derechos de los concesionarios y permisionarios, se fijarán en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, así como en el título de concesión o permiso correspondiente.

ARTÍCULO 47.- Para el otorgamiento de una concesión de un recurso pesquero por área, especie o grupo de especies para la pesca comercial, la Secretaría procederá conforme a lo siguiente:

I. Evaluará la capacidad técnica, administrativa y financiera del solicitante;

II. Evaluará la trayectoria previa del solicitante en cuanto a cumplimiento de normas oficiales y otras disposiciones aplicables incluyendo las de protección del medio ambiente;

III. Priorizará las solicitudes de habitantes de las comunidades locales y las que tengan un impacto benéfico en lo económico y social en la región;

IV. Informará de la solicitud al Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura, quien podrá emitir opinión respecto a la solicitud recibida y contará con quince días naturales para hacerla del conocimiento de Secretaría, y

V. Una vez dictada la resolución, la Secretaría, en su caso, publicará la concesión en el Diario Oficial de la Federación, a costa del solicitante.

ARTÍCULO 48.- Los solicitantes de concesiones deberán acreditar la legal disposición de los bienes y equipos necesarios para cumplir con el objeto de la solicitud. La solicitud de concesión deberá contener la información siguiente:

I. Nombre y domicilio del solicitante;

II. Región geográfica donde pretenda llevar a cabo la actividad;

III. La duración por la que pretenda sea otorgada;

IV. Acreditar su inscripción en el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura o copia de la solicitud, si se encuentra en trámite;

V. Propuesta de manejo de la pesquería o recurso en los términos que señale el reglamento;

VI. Descripción de las características tecnológicas de la embarcación, equipos y artes de pesca con las cuales se pretende llevar a cabo la actividad, y

VII. Los demás lineamientos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley y demás ordenamientos aplicables.

ARTÍCULO 49.- Las concesiones a que se refiere esta Ley podrán tener una duración de cinco hasta veinte años para la pesca comercial, y de cincuenta para la acuacultura comercial. Con base en los planes de manejo pesqueros y de acuacultura sancionados y publicados, las concesiones podrán ser prorrogadas hasta por los plazos equivalentes a los concedidos originalmente.

Para la pesca comercial el concesionario deberá entregar un informe al INAPESCA cada dos años, y con base en el dictamen emitido por el Instituto se podrá prorrogar la concesión.

Para la acuacultura comercial el concesionario deberá entregar un informe al INAPESCA cada cinco años, y con base en el dictamen emitido por el Instituto se podrá prorrogar la concesión.

ARTÍCULO 50.- Los titulares de las concesiones podrán ser sustituidos previa autorización expresa que otorgue la Secretaría, siempre que se cumplan con los requisitos y condiciones que establezca el reglamento de la presente Ley. En el caso del fallecimiento del titular de la concesión, la Secretaría dará preferencia para la sustitución, a los designados por el derecho sucesorio aplicable al caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 51.- Los permisos de pesca comercial tendrán una duración de dos hasta cinco años, de acuerdo a la pesquería de que se trate y lo que determine el reglamento de la presente Ley.

Los permisos a que se refieren las fracciones V a la XV del artículo 41 de esta Ley, tendrán la duración que determine su reglamento, de acuerdo a las características y naturaleza de la actividad, y en su caso, se sujetarán a los planes de manejo.

Podrán ser prorrogados si la evaluación realizada por el INAPESCA resulta positiva en cuanto al manejo de la pesquería, acorde con las condiciones que se establezcan en el reglamento de la presente Ley y no podrán ser transferidos a terceros.

En caso de fallecimiento del permisionario, la Secretaría dará preferencia para la sustitución, a los designados por el derecho sucesorio aplicable al caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 52.- Los solicitantes de permisos deberán acreditar la legal disposición de los bienes y equipos necesarios para cumplir con el objeto de la solicitud. La solicitud de permiso deberá contener la información siguiente:

I. Nombre y domicilio del solicitante;

II. Región donde pretenda llevar a cabo la actividad;

III. La duración que se pretenda;

IV. Acreditar su inscripción en el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura o copia de la solicitud, si se encuentra en trámite;

V. Descripción de las características tecnológicas de la embarcación, equipos y artes de pesca con las cuales se pretende llevar a cabo la actividad, y

VI. Los demás lineamientos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley y demás ordenamientos aplicables.

ARTÍCULO 53.- Son causas de extinción de las concesiones y permisos: la caducidad, la revocación, la nulidad, la terminación del plazo y la declaratoria de rescate por causa de interés público.

ARTÍCULO 54.- Son causas de caducidad:

I. No iniciar, sin causa justificada, la actividad en el plazo establecido;

II. Suspender, sin causa justificada, la explotación por más de tres meses consecutivos;

III. No iniciar la construcción de obras e instalaciones o la adquisición de equipos en los términos y plazos convenidos en el permiso o concesión, y

IV. No concluir las obras e instalaciones en las fechas señaladas.

En los supuestos anteriores para que no constituyan causa de caducidad, se requiere que el interesado someta a consideración de la Secretaría los motivos que lo justifiquen para que ésta los califique y resuelva lo conducente.

ARTÍCULO 55.- La Secretaría, procederá a la revocación de la concesión o permiso, cuando sus titulares:

I. Afecten al ecosistema o lo pongan en riesgo inminente, con base en un dictamen emitido por la autoridad correspondiente;

II. Cuando se excedan en el ejercicio de los derechos consignados de la concesión o permiso;

III. Incumplan o violen lo establecido en esta Ley, en las disposiciones reglamentarias que de ella deriven y en los títulos de concesión o permiso respectivos;

IV. No proporcionen la información en los términos y plazos que le solicite la Secretaría o incurran en falsedad al rendir ésta;

V. No acaten, sin causa justificada, las condiciones generales de orden técnico que indique la Secretaría, dentro del plazo establecido para ello;

VI. Transfieran la concesión o permiso, contraviniendo lo señalado en la presente Ley;

VII. Incurran en quiebra, liquidación, disolución o concurso necesario;

VIII. Que al amparo del permiso o concesión se comercialice producto de origen ilegal, y

IX. La comercialización, bajo cualquier título jurídico, de las capturas de la pesca deportivo-recreativa.

ARTÍCULO 56.- Serán causas de nulidad de las concesiones y permisos, la omisión o irregularidad de los elementos exigidos en la presente Ley y su Reglamento de conformidad con lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

ARTÍCULO 57.- Las concesiones o permisos a que se refiere esta Ley, se extinguen por terminación del plazo para el que se hayan otorgado, sin necesidad de declaración expresa de la Secretaría al respecto.

ARTÍCULO 58.- Los titulares de concesiones o permisos, que incurran en causas de caducidad o revocación, no podrán ser titulares de concesiones o permisos, sino transcurridos cuatro años, contados a partir de la declaración firme de la caducidad o revocación. Igual tratamiento se dará en los casos de anulación imputables a sus titulares.

ARTÍCULO 59.- Las concesiones para la pesca y acuacultura comerciales, podrán rescatarse por causa de interés público. Son causas de rescate por interés público, cuando:

I. La pesquería tenga el estatus de sobreexplotación, y

II. El particular no garantice el mantenimiento de la misma en un plazo basado en un dictamen emitido por el INAPESCA.

Los titulares de los permisos o concesiones que hubiesen sido rescatados tendrán prelación para el acceso a otras pesquerías.

TÍTULO SÉPTIMO
DE LA PESCA

CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 60.- La pesca se puede realizar mediante concesión o permiso. Requieren permiso la pesca comercial, de fomento, deportivo-recreativa, didáctica y las demás actividades que expresamente se señalen en esta Ley. Se prohíbe la operación de barcos-fábrica y de plantas flotantes.

ARTÍCULO 61.- El establecimiento y operación de artes de pesca fijas o cimentadas en aguas de jurisdicción federal, así como su cambio de localización o dimensiones, sólo podrá realizarse si se cuenta previamente con permiso de la Secretaría, sujetándose a las disposiciones en materia de impacto ambiental contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y aquellas que sean de la competencia de otras autoridades. Su temporalidad no podrá exceder a la señalada en el permiso correspondiente y el interesado deberá cumplir con los requisitos que establezcan el reglamento de esta Ley y las normas oficiales.

ARTÍCULO 62.- La Secretaría, de conformidad con el interés nacional y de acuerdo con los Tratados y Acuerdos Internacionales de los que México sea parte, determinará y en su caso, declarará si existen excedentes por especie; en tal circunstancia permitirá, con carácter de excepción, que embarcaciones extranjeras participen de dichos excedentes, en la zona económica exclusiva y mediante el cumplimiento de los requisitos y condiciones que para cada caso establezca la propia dependencia. En todo caso, se estará siempre a la más rigurosa reciprocidad.

La declaración de excedentes a que se refiere el párrafo anterior, se establecerá exclusivamente mediante Acuerdo del Titular de la Secretaría, basado en un dictamen elaborado por el INAPESCA y con la opinión del Consejo Nacional de Pesca y Acuacultura, el cual se publicará en el Diario Oficial de la Federación. Los permisos respectivos los expedirá la Secretaría, serán intransferibles y se sujetarán a la suscripción de convenios con los Estados que lo soliciten y, en el caso de personas físicas y morales de nacionalidad extranjera, previa solicitud y cumplimiento de los requisitos establecidos en el reglamento de esta Ley.

Los permisos se expedirán por embarcación, por temporada de pesca o por el tiempo que determine la Secretaría, que consignará en cada uno de ellos la vigencia, zona de captura, artes y equipos de pesca, recurso o recursos pesqueros permitidos y las condiciones de operación.

Tendrán prelación en la captura de dichos excedentes en la zona económica exclusiva, las embarcaciones de bandera extranjera que acrediten que su quilla se fabricó en astilleros mexicanos.

ARTÍCULO 63.- Los interesados en obtener permiso para pescar en altamar o en aguas de jurisdicción extranjera, así como los interesados en descargar en puertos extranjeros, con embarcaciones de matrícula y bandera mexicanas, deberán cumplir para ello los requisitos que establezcan el reglamento de esta Ley y los Tratados o Acuerdos Internacionales de los que México sea parte, así como con los requisitos y permisos que para este efecto los países les requieran. Los permisos respectivos los expedirá la Secretaría únicamente a personas de nacionalidad mexicana.

Las cuotas que otorguen al país los gobiernos extranjeros, para el aprovechamiento o explotación de sus recursos pesqueros, serán administradas por la Secretaría.

En caso de que los propios gobiernos permitan a los particulares adquirir directamente licencias, permisos o sus equivalentes para pesca comercial, sus titulares, a solicitud de la Secretaría, comprobarán que las capturas realizadas se efectuaron al amparo de dichas licencias, permisos o equivalentes.

Los titulares de los permisos para pescar en altamar o en aguas de jurisdicción extranjera, con embarcaciones de matrícula y bandera mexicanas, están obligados a presentar el aviso de arribo, en los términos que establezca el Reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 64.- La Secretaría podrá otorgar permisos para realizar pesca de fomento a las personas que acrediten capacidad técnica y científica para tal fin, en los términos de la presente Ley, de su reglamento y de las normas oficiales que al efecto se expidan.

La Secretaría deberá coordinarse con el INAPESCA para que éste emita las opiniones de carácter técnico y científicas para permitir la pesca de fomento, en el caso de científicos, técnicos e instituciones de investigación extranjeros, para lo cual hará del conocimiento de las Secretarías de Relaciones Exteriores y de Marina, las peticiones que reciba de extranjeros o de organismos internacionales, sin perjuicio de los demás requisitos que deban cumplirse en términos de la legislación aplicable.

Párrafo reformado DOF 04-06-2015

ARTÍCULO 65.- La Secretaría podrá otorgar permisos para realizar pesca didáctica a las instituciones de enseñanza que desarrollen programas educativos de pesca las cuales deberán informar a la Secretaría, acerca del volumen y especies obtenidas, dentro del plazo que se determine en el permiso.

La captura producto de las actividades realizadas al amparo de estos permisos podrá comercializarse, siempre que el producto de su venta se aplique exclusivamente al desarrollo de las labores propias de la institución, en los términos que establezca el reglamento.

ARTÍCULO 66.- La captura incidental estará limitada y no podrá exceder del volumen que determine la Secretaría, para cada pesquería, según las zonas, épocas y artes de pesca, de conformidad con lo que establece la presente Ley y demás disposiciones que de ella se deriven. Los excedentes de los volúmenes de captura incidental que determine dicha autoridad en tales disposiciones, serán considerados como pesca realizada sin concesión o permiso.

El aprovechamiento de los productos pesqueros obtenidos en la captura incidental se sujetará a las normas oficiales que al efecto se expidan, salvo lo previsto en esta Ley para la pesca deportivo-recreativa.

ARTÍCULO 67.- Los permisos para la pesca deportivo-recreativa se expedirán a personas físicas nacionales o extranjeras y serán individuales, improrrogables e intransferibles. Requerirán permiso para efectuar este tipo de pesca la persona que la realice por sí y los prestadores de servicios a terceros para llevar a cabo dicha actividad, de conformidad con los programas correspondientes.

Lo anterior es aplicable, sin perjuicio del pago de derechos que deba efectuarse por la utilización de embarcaciones en las que se realicen actividades de pesca deportivo-recreativa, de conformidad con lo dispuesto en la ley de la materia.

ARTÍCULO 68.- Las especies denominadas marlin, pez vela, pez espada, sábalo o chiro, pez gallo y dorado, en todas sus variedades biológicas, quedan destinadas de manera exclusiva para la pesca deportivo-recreativa, dentro de una franja de cincuenta millas náuticas, contadas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial.

No podrán realizarse actividades de pesca distintas a las de investigación, sobre las especies destinadas a la pesca deportivo-recreativa en las áreas de reproducción que establezca la Secretaría mediante disposiciones reglamentarias.

ARTÍCULO 69.- Las personas que practiquen la pesca deportivo-recreativa desde tierra no requerirán permiso, y estarán obligados a utilizar las artes de pesca y respetar las tallas mínimas y límites de captura que autorice la Secretaría conforme a las disposiciones que para tal efecto se emitan.

ARTÍCULO 70.- La Secretaría, con base en el dictamen emitido por el INAPESCA y acorde a los planes de manejo pesquero sancionados, establecerá las épocas, zonas y tallas mínimas de pesca, el número máximo de ejemplares susceptibles de captura por pescador deportivo y por día, así como las características particulares de las artes y métodos de pesca permitidos, en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley. Lo anterior considerando, entre otros aspectos, las condiciones del recurso de que se trate y las características del lugar donde se pretenda desarrollar dicha actividad.

ARTÍCULO 71.- Los prestadores de servicios o los titulares de los permisos de la pesca deportivo-recreativa, deberán entregar a la Secretaría la bitácora de pesca correspondiente, en los términos del reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 72.- La pesca de consumo doméstico que efectúen los residentes en las riberas y en las costas, no requiere concesión o permiso.

Sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador, observando y respetando las vedas y las normas oficiales que se expidan.

Tratándose de zonas concesionadas se podrá practicar la pesca de consumo doméstico, siempre y cuando no se capturen las especies materia de las concesiones otorgadas a terceros.

En los casos que se requiera, la Secretaría establecerá, en normas oficiales, las artes de pesca de consumo doméstico y sus especificaciones técnicas, considerando entre otros aspectos, las condiciones biológicas, tecnológicas y ambientales.

Las cantidades permitidas por pesquería o especie se especificarán en el reglamento de la presente Ley, y en las normas correspondientes.

CAPÍTULO II

DE LOS PERMISOS PARA DESCARGAR EN PUERTOS EXTRANJEROS Y TRANSBORDAR ESPECIES CAPTURADAS POR EMBARCACIONES PESQUERAS DE BANDERA MEXICANA

ARTÍCULO 73.- El permiso para descargar en puertos extranjeros o transbordar especies capturadas por embarcaciones pesqueras de bandera mexicana, será otorgado por la Secretaría, siempre y cuando los interesados proporcionen, adjunta a la solicitud del permiso, la información que se determine en el reglamento de esta Ley.

En los casos de emergencia, contingencias climáticas y averías en las embarcaciones se estará a lo dispuesto en el Reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 74.- Se requiere permiso para la descarga en puertos mexicanos, que realicen embarcaciones pesqueras de bandera extranjera, de productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca comercial. Para ello los interesados deberán adjuntar a su solicitud el título correspondiente al amparo del cual se realizó la actividad pesquera, expedido por la autoridad competente del país de origen, y cumplir con los demás requisitos que se establezcan en el reglamento de esta Ley.

En los casos de emergencia, contingencias climáticas y averías en las embarcaciones se estará a lo dispuesto en el Reglamento de la presente Ley.

TÍTULO OCTAVO
DE LA LEGAL PROCEDENCIA

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 75.- La legal procedencia de los productos pesqueros y acuícolas, se acreditará con los avisos de arribo, de cosecha, de producción, de recolección, permiso de importación y con la guía de pesca, según corresponda, en los términos y con los requisitos que establezca esta Ley y su reglamento. Para las especies obtenidas al amparo de permisos de pesca deportivo-recreativa, la legal procedencia se comprobará con el permiso respectivo.

Para la comercialización de los productos de la pesca y de la acuacultura, los comprobantes fiscales que emitan deberán incluir el número de permiso o concesión respectiva.

ARTÍCULO 76.- El traslado por vía terrestre, marítima o aérea de productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca o acuacultura deberá realizarse al amparo de la guía de pesca, de conformidad con el formato que expida la Secretaría. Se exceptúan de esta obligación las personas que hayan obtenido especies al amparo de permisos de pesca deportivo-recreativa, cuyo traslado se amparará con el propio permiso y el que traslade productos cuyo destino sea el consumo doméstico directo del que lo transporta.

ARTÍCULO 77.- El trámite, los requisitos y la vigencia de los documentos para acreditar la legal procedencia de los productos pesqueros y acuícolas, se establecerán en el reglamento de esta Ley.

En el ejercicio de sus funciones, el SENASICA coadyuvará en la inspección y vigilancia del traslado de productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca o la acuacultura, que se realice por vía terrestre, marítima o aérea en cualquier parte del territorio nacional.

TÍTULO NOVENO
DE LA ACUACULTURA

CAPÍTULO I
DE LA PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO Y DEL ORDENAMIENTO ACUÍCOLA

ARTÍCULO 78.- En materia de acuacultura, son objetivos de esta Ley:

I. Fomentar el desarrollo de la acuacultura como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera, para ofrecer opciones de empleo en el medio rural;

II. Incrementar la producción acuícola y la oferta de alimentos que mejoren la dieta de la población mexicana, así como generar divisas;

II Bis. Fortalecer el programa de acuacultura rural, que atienda la demanda alimentaria de las comunidades de escasos recursos, se mejore el ingreso de las mismas y se incentive el arraigo en la localidad;

Fracción adicionada DOF 05-12-2014

II Ter. Fortalecer los programas de capacitación de acuacultura rural, para los productos de localidades rurales;

Fracción adicionada DOF 05-12-2014

III. Promover la definición de sitios para su realización, su tecnificación y diversificación, orientándola para incrementar su eficiencia productiva reduciendo los impactos ambientales y buscando nuevas tecnologías que permitan ampliar el número de especies que se cultiven;

IV. Impulsar el desarrollo de las actividades acuícolas para revertir los efectos de sobreexplotación pesquera;

V. Aprovechar de manera responsable, integral y sustentable recursos acuícolas, para asegurar su producción óptima y su disponibilidad;

Fracción reformada DOF 05-12-2014

VI. Fomentar y promover la calidad y la diversidad de los recursos acuícolas, y

Fracción reformada DOF 05-12-2014

VII. Fomentar la transferencia y uso de tecnología en los procesos de producción acuícola en poblaciones rurales y de escasos recursos.

Fracción adicionada DOF 05-12-2014

ARTÍCULO 79.- La Secretaría, regulará el crecimiento ordenado de la acuacultura, atendiendo principalmente a las áreas o zonas con potencial para desarrollar esta actividad, mediante la expedición de concesiones o permisos por especie o grupos de especies.

ARTÍCULO 80.- El Programa Nacional de Acuacultura, como parte del Programa Nacional de Pesca y Acuacultura se sujetará a las previsiones del Plan Nacional de Desarrollo y contemplará la concurrencia que en materia de acuacultura lleven a cabo la Federación, las Entidades Federativas, los Municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de acuerdo a la distribución de competencias establecidas en esta Ley.

Artículo reformado DOF 19-01-2018

ARTÍCULO 81.- La planeación y regulación del ordenamiento acuícola, se llevará a cabo a través de:

I. El Programa Nacional de Acuacultura y la Carta Nacional Acuícola;

II. Los programas estatales de acuacultura;

III. Los planes de ordenamiento acuícola, y

IV. Los programas de desarrollo de la acuacultura derivados de los señalados en las fracciones anteriores.

La Federación y las Entidades Federativas, en los términos de la presente Ley, podrán convenir acciones que propicien el ordenamiento territorial de los desarrollos acuícolas ubicados en aguas continentales.

ARTÍCULO 82.- Para regular e inducir las actividades de acuacultura llevadas a cabo en las distintas regiones del país, con el propósito de garantizar la productividad, la funcionalidad y la protección del medio natural, las entidades federativas deberán establecer planes de desarrollo regional en la materia con el apoyo del Gobierno Federal, que fungirán como instrumentos de planeación, conforme a las disposiciones de la presente Ley.

Dichos planes deberán contemplar como eje rector la orientación de la acuacultura bajo un esquema de producción sustentable, cuidando la conservación y cultivo de especies endémicas. En los planes se establecerán metas cuantificables en períodos de tres a seis años, que permitan observar el crecimiento en la producción de especies nativas y su impacto en los mercados regionales.

Artículo reformado DOF 05-12-2014

CAPÍTULO II
DE LA CARTA NACIONAL ACUÍCOLA

ARTÍCULO 83.- La Carta Nacional Acuícola, es la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuacultura, del desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo. Su contenido tendrá carácter informativo para los sectores productivos y será consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas.

La Secretaría aprobará y expedirá la Carta Nacional Acuícola y sus actualizaciones, y las publicará en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 84.- La Carta Nacional Acuícola deberá contener, al menos, la siguiente información:

I. El inventario de las especies acuícolas susceptibles de reproducción y cultivo;

II. Caracterización de las zonas por su vocación y potencial de cultivo;

III. Análisis de capacidad instalada por región;

IV. Las especificaciones respecto al dominio de la tecnología para la reproducción y cultivo de las especies acuícolas;

V. Los planes de ordenamiento acuícola, los cuales irán acompañados de especificaciones sobre los sistemas de información geográfica y programas de monitoreo ambiental empleados en su elaboración. Los programas de monitoreo ambiental deberán arrojar información, de ser el caso, del impacto sobre los ecosistemas de la pesca selectiva, de la introducción de fauna exótica y de la monoexplotación;

Fracción reformada DOF 05-12-2014

VI. Las normas aplicables a aspectos de conservación, protección y/o aprovechamiento de los recursos acuícolas, incluyendo las relativas a la sanidad, calidad e inocuidad de los productos acuícolas;

VII. Estadísticas de producción, y

VIII. La información que se determine en el Reglamento de la presente Ley.

CAPÍTULO III
DE LOS INSTRUMENTOS DE MANEJO PARA LA ACUACULTURA

ARTÍCULO 85.- Para el desarrollo integral, ordenado y sustentable de la acuacultura, se fomentará la creación de Unidades de Manejo Acuícola que estarán basadas en la evaluación de los recursos naturales disponibles para la acuacultura.

ARTÍCULO 86.- Cada unidad de manejo acuícola, deberá contar con un plan de manejo que contendrá:

I. Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo la vinculación con los planes y programas aplicables;

II. La capacidad de carga de los cuerpos de agua de donde se pretendan alimentar las unidades de producción acuícola;

III. Las características geográficas de la zona o región;

IV. Las obras de infraestructura existentes y aquellas que se planeen desarrollar y su programa de administración;

V. La forma de organización y administración de la unidad de manejo, así como los mecanismos de participación de los acuicultores asentados en la misma;

VI. La descripción de las características físicas y biológicas de la Unidad de Manejo Acuícola;

VII. Acciones de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y un cronograma de cumplimiento de las disposiciones legales aplicables;

VIII. Acciones de sanidad, inocuidad y calidad acuícola;

IX. Acciones de crecimiento y tecnificación;

Fracción reformada DOF 23-01-2014

X. El programa de prevención y control de contingencias, de monitoreo y las demás que por las características propias de la unidad de manejo acuícola se requieran, y

Fracción reformada DOF 23-01-2014

XI. Acciones de mitigación y adaptación a realizar ante la vulnerabilidad actual y futura del cambio climático, en concordancia con el Atlas Nacional de Riesgo.

Fracción adicionada DOF 23-01-2014

ARTÍCULO 87.- Las auditorías técnicas preventivas tendrán la finalidad de determinar el grado de cumplimiento de la normatividad y de los planes de manejo respectivos por parte de los acuacultores. La Secretaría, emitirá un dictamen que haga constar el adecuado cumplimiento de la legislación en la

materia y de los planes de manejo y, en su caso, hará las recomendaciones sobre las medidas preventivas y correctivas necesarias, para garantizar una actividad sustentable.

ARTÍCULO 88.- La Federación y las Entidades Federativas en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política acuícola.

TÍTULO DÉCIMO
DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA ACUACULTURA

CAPÍTULO ÚNICO
DE LAS CONCESIONES Y PERMISOS DE ACUACULTURA

ARTÍCULO 89.- La acuacultura se puede realizar mediante concesión para la acuacultura comercial y mediante permiso, para:

I. La acuacultura comercial;

II. La acuacultura de fomento;

III. La acuacultura didáctica;

IV. La recolección del medio natural de reproductores, y

V. La introducción y la repoblación de especies vivas en cuerpos de agua de jurisdicción federal.

ARTÍCULO 90.- La Secretaría podrá otorgar permisos para la acuacultura a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias, mismos que deberán ser congruentes con los planes de ordenamiento acuícola.

Los solicitantes de permisos deberán acreditar la legal disposición de los bienes y equipos necesarios para cumplir con el objeto de la solicitud.

La solicitud deberá contener, al menos, lo siguiente:

I. Nombre y domicilio del solicitante;

II. Entidad federativa y municipio donde pretenda llevar a cabo la actividad;

III. La duración por la que pretenda sea otorgada, y

IV. Acreditar su inscripción en el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura o copia de la solicitud, si se encuentra en trámite.

ARTÍCULO 91.- La Secretaría podrá otorgar concesión para la acuacultura comercial en aguas de jurisdicción federal a personas físicas o morales, a solicitud del interesado y previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en el reglamento de esta Ley. Lo anterior sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones jurídicas aplicables.

ARTÍCULO 92.- Las personas que realicen actividades de acuacultura, deberían presentar a la Secretaría los avisos de cosecha, producción y recolección, en la forma y términos que determine el reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 93.- Con el propósito de estimular la diversificación y tecnificación de cultivos, la Secretaría promoverá la acuacultura de fomento y podrá permitirla a instituciones de investigación científica y docencia, así como a personas físicas dedicadas a actividades científicas y técnicas.

La Secretaría podrá otorgar permiso de acuacultura de fomento a personas morales cuya actividad u objeto social sea la pesca o el cultivo, comercialización o transformación de productos acuícolas, debiendo cumplir con los mismos requisitos que se establecen para las instituciones de investigación.

El permiso podrá comprender la comercialización de las cosechas que se obtengan, con los límites y condiciones que se establezcan en el reglamento de esta Ley y en el propio permiso.

En caso de que los resultados obtenidos sean favorables y se haya dado cumplimiento a las condicionantes establecidas para la acuacultura de fomento, la Secretaría podrá otorgar las concesiones o permisos correspondientes.

ARTÍCULO 94.- Las personas físicas o morales que desarrollen programas de enseñanza en materia acuícola al amparo de un permiso, podrán comercializar la producción obtenida del programa de cultivo, siempre que el producto de su venta se aplique al desarrollo de actividades académicas.

ARTÍCULO 95.- Para la importación de semillas, ovas, alevines, larvas, postlarvas, cepas algales, reproductores o cualquier otro estadio de especies silvestres, cultivadas o de laboratorio, se deberá adjuntar a la solicitud el certificado de sanidad acuícola otorgado por el SENASICA. En el caso de organismos genéticamente modificados se sujetará a lo dispuesto en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

ARTÍCULO 96.- Respecto de la introducción de especies vivas que no existan de forma natural en el cuerpo de agua de jurisdicción federal receptor, la Secretaría, considerando la opinión del INAPESCA, y de acuerdo a los resultados del periodo de cuarentena previo, resolverá sobre la procedencia de la misma, observando lo que dispongan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley.

Será requisito para obtener el permiso de introducción de especies vivas en cuerpos de agua de jurisdicción federal, que el solicitante cuente con el certificado de sanidad acuícola que otorgue el SENASICA, en los términos de esta Ley. El interesado podrá iniciar el trámite para obtener dicho permiso ante la Secretaría, pero no le será otorgado hasta que acredite en el expediente respectivo haber obtenido el certificado del SENASICA.

ARTÍCULO 97.- La Secretaría otorgará permisos para recolectar del medio natural reproductores para destinarlos al abasto de las actividades acuícolas exclusivamente a:

I. Propietarios de laboratorios de producción acuícola, únicamente para satisfacer sus necesidades de operación, hasta la segunda corrida de producción, y

II. Concesionarios de la pesca comercial de la especie de que se trate, que cumplan con los requisitos y condiciones que se establezcan en el reglamento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 98.- Aquellas personas que recolecten organismos del medio natural y los acuacultores que se abastezcan de ellos, quedan obligados a realizar acciones de repoblación en los términos y condiciones que en cada caso determine la Secretaría en normas oficiales y en los propios permisos.

Para otorgar los permisos para la recolección de especies en cualquier estadio, la Secretaría considerará el dictamen emitido por el INAPESCA, en el que se determinará el número de ejemplares, zonas y épocas para su recolección. No se otorgará permiso cuando se determine que se pone en riesgo la conservación de la especie de que se trate.

Los permisionarios deberán presentar a la Secretaría el aviso de recolección correspondiente, con la información y requisitos que se establezcan en el reglamento.

ARTÍCULO 99.- Las personas que colecten en cualquiera de las fases de desarrollo organismos acuáticos vivos provenientes de poblaciones naturales con fines de acuacultura, deberán observar los lineamientos que en materia de recolección, aclimatación, manejo, transporte y siembra de los mismos se establezcan en normas oficiales.

ARTÍCULO 100.- Los permisos de acuacultura tendrán una vigencia de hasta cinco años de acuerdo a las características y naturaleza de la actividad, y los demás requisitos que determinen en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, y en su caso se sujetarán a los planes de manejo.

Podrán ser prorrogados en los casos y condiciones que se determinen en el propio reglamento, y serán intransferibles.

Para la acuacultura comercial el titular deberá entregar un informe al INAPESCA a la mitad del plazo estipulado en el permiso, y con base en el dictamen emitido por el Instituto se podrá prorrogar la concesión.

ARTÍCULO 101.- La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en la acuacultura, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por la Autoridad del Agua, en los términos de la Ley de Aguas Nacionales, la presente Ley y sus reglamentos.

La Comisión Nacional del Agua, en coordinación con la Secretaría, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuacultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento, con la participación que corresponda a los Organismos de Cuenca.

Las actividades de acuacultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión de agua, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros, en los términos de la presente Ley, la Ley de Aguas Nacionales, y sus reglamentos.

ARTÍCULO 102.- Las concesiones sobre aguas de jurisdicción federal, para construir, operar y explotar unidades de producción acuícola se otorgan preferentemente a los propietarios de los terrenos que colindan con dichos cuerpos de agua conforme al procedimiento que establezca el reglamento de esta Ley.

TÍTULO DÉCIMO PRIMERO
DE LA SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD

CAPÍTULO I
DE LA SANIDAD DE ESPECIES ACUÍCOLAS

ARTÍCULO 103.- La Secretaría, ejercerá sus atribuciones y facultades en materia de sanidad de especies acuícolas a través del SENASICA, de conformidad con esta Ley, sus disposiciones

reglamentarias, las normas oficiales que de ella deriven y los demás ordenamientos que resulten aplicables.

Cuando, por razón de la materia y de conformidad con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal u otras disposiciones legales aplicables, se requiera de la intervención de otras dependencias, la Secretaría ejercerá sus atribuciones en coordinación con las mismas.

La Secretaría y los gobiernos de las entidades federativas, en los términos de los acuerdos y convenios que se celebren, ejercerán sus funciones en forma coordinada.

ARTÍCULO 104.- La Secretaría expedirá las Normas Oficiales Mexicanas y establecerá las medidas de diagnóstico, detección, erradicación, prevención, y control para evitar la introducción y dispersión de enfermedades, determinar y clasificar las patologías de alto riesgo; así como para evaluar los daños, restaurar las áreas afectadas y establecer procesos de seguimiento.

ARTÍCULO 105.- Requerirán de certificado de sanidad acuícola, de manera previa a su realización, las siguientes actividades:

I. La importación y exportación y tránsito internacional de especies acuáticas, sus productos y subproductos y de productos biológicos, químicos, farmacéuticos o alimenticios para uso o consumo de dichas especies;

II. La movilización de especies acuícolas vivas, en cualesquiera de sus fases de desarrollo, que se cultiven en instalaciones ubicadas en el territorio nacional, que se haga de una unidad de producción acuícola a otra, así como sus productos y subproductos y de productos biológicos, químicos, farmacéuticos o alimenticios para uso o consumo de dichas especies;

III. Los establecimientos en operación en los que se produzcan, procesen, comercialicen, transporten y almacenen productos y subproductos acuícolas, así como productos químicos, biológicos, farmacéuticos y alimenticios para el uso o consumo de dichas especies;

IV. Uso y aplicación de antibióticos, medicamentos veterinarios, aditivos y demás sustancias químicas a los organismos de cultivo, y

V. La introducción de especies acuícolas vivas a un cuerpo de agua de jurisdicción federal.

Respecto de la importación de especies acuáticas a que se refiere la fracción I de este artículo, será requisito para obtener el certificado de sanidad que el solicitante cuente con la autorización correspondiente expedida por la autoridad competente del país de origen y acredite dicha situación en el expediente respectivo.

ARTÍCULO 106.- También requerirán certificado de sanidad acuícola:

I. Las instalaciones en las que se realicen actividades acuícolas;

II. Las especies acuáticas vivas que se capturen de poblaciones naturales y se destinen a la acuacultura, y

III. Las unidades de cuarentena.

Para los efectos de este artículo, la Secretaría tomará en cuenta la opinión del SENASICA para establecer en normas oficiales los lineamientos sanitarios para el funcionamiento y operación de

unidades de producción acuícola y de unidades de cuarentena, así como las especificaciones sanitarias para el cultivo, siembra y cosecha de organismos acuáticos.

ARTÍCULO 107.- Los certificados de sanidad acuícola podrán ser expedidos directamente por el SENASICA o a través de los organismos de certificación, acreditados y aprobados en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y del reglamento de esta Ley.

Los Comités de Sanidad Acuícola serán órganos auxiliares para que el SENASICA lleve a cabo la prevención, diagnóstico y control de enfermedades. La organización y funcionamiento de dichos Comités se determinará en el reglamento que al efecto se expida.

Los demás requisitos y previsiones para obtener el certificado de sanidad correspondiente se establecerán en las disposiciones reglamentarias y en las normas oficiales que deriven de esta Ley. El SENASICA expedirá el certificado, siempre que el interesado cumpla con dichos requisitos y previsiones.

En las concesiones y los permisos para acuacultura comercial se establecerán las condiciones sanitarias que requiera la introducción de organismos a instalaciones dedicadas a la producción de las primeras fases de desarrollo de cualquier organismo acuático.

ARTÍCULO 108.- Las Entidades Federativas, se coordinarán con la Secretaría, con el objeto de:

I. Organizar, apoyar y supervisar el funcionamiento de los Organismos Auxiliares;

II. Inducir el cumplimiento de las disposiciones legales y las medidas de seguridad de sanidad acuícola establecidas;

III. Difundir permanentemente la información y conocimientos sobre sanidad acuícola, y

IV. Realizar acciones de saneamiento acuícola.

CAPÍTULO II
DE LAS MEDIDAS SANITARIAS

ARTÍCULO 109.- Las medidas sanitarias tienen por objeto prevenir, controlar, combatir y erradicar enfermedades y plagas de las especies acuáticas vivas, con la finalidad de proteger su salud y la del hombre. Las medidas sanitarias serán establecidas por el SENASICA.

Corresponde a la Secretaría con la opinión del SENASICA la emisión de normas oficiales relativas a esta materia, y cuando la situación lo amerite, podrán ser emergentes. Las normas oficiales podrán comprender alguna o algunas de las siguientes medidas:

I. Campañas sanitarias, entendidas como el conjunto de medidas para prevenir, controlar o erradicar enfermedades o plagas de las especies acuáticas vivas en un área o zona determinada;

II. La cuarentena, siendo una medida basada en el aislamiento, observación y restricción de la movilización de especies acuáticas vivas, por la sospecha o existencia de una enfermedad de las mismas, sujeta a control;

III. El diagnóstico e identificación de enfermedades y plagas de las especies mencionadas;

IV. La retención y disposición de especies acuáticas vivas, sus productos, subproductos y productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios, para uso o consumo de dichas especies, que puedan ocasionar enfermedades o plagas en los mismos, y

V. Las demás que se establezcan en las propias normas oficiales, así como aquellas que, conforme a los avances y adelantos científicos y tecnológicos, sean eficaces para la atención de cada caso de enfermedad o plaga.

ARTÍCULO 110.- Para la aplicación de medidas sanitarias, la Secretaría declarará mediante acuerdo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación, el estatus sanitario de las entidades federativas, como zona libre, zona en vigilancia, zona de escasa prevalencia y zona infectada de enfermedades o plagas de especies acuáticas vivas, considerando entre otros factores:

I. La prevalencia y recurrencia de enfermedades en la zona;

II. Las condiciones geográficas y de los ecosistemas; y

III. La eficacia de las medidas sanitarias que se hayan aplicado, en su caso.

El SENASICA considerará dicha zonificación para la aplicación de las medidas sanitarias procedentes.

ARTÍCULO 111.- La aplicación, inspección y vigilancia de los lineamientos, acuerdos, normas y demás disposiciones en materia sanitaria a que se refiere este capítulo, corresponderá exclusivamente al SENASICA en los términos de esta Ley.

El cumplimiento de dichas disposiciones podrá ser evaluado por organismos auxiliares, organismos de certificación, unidades de verificación y laboratorios de pruebas, aprobados por el propio SENASICA de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y el reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 112.- Por razones sanitarias y de protección de la salud pública, el SENASICA podrá proponer a la Secretaría la prohibición de la importación de especies acuáticas. Para estos efectos, dicha autoridad deberá fundar y motivar su resolución basándose, entre otras cosas, en elementos e información científica y técnica, y considerando los compromisos establecidos en Tratados y Acuerdos Internacionales sanitarios y comerciales de los que México sea parte.

ARTÍCULO 113.- La Secretaría, mediante Acuerdos, determinará los requisitos y medidas sanitarias que deberán cumplirse para movilizar a zonas libres o en vigilancia, organismos acuícolas vivos, productos y subproductos, alimentos y productos para uso o consumo por éstos, cuarentenados, así como los vehículos, maquinaria, materiales o equipo y otros artículos reglamentados que hayan estado en contacto con ellos.

Las mercancías que se pretendan ingresar al territorio nacional, en importación temporal o definitiva, o en tránsito internacional, deberán provenir de países que cuenten con servicios veterinarios equivalentes a los que se regulan en esta Ley y su reglamento.

Los servicios veterinarios de inspección, verificación y certificación para las mercancías destinadas al comercio exterior las realizará exclusivamente el SENASICA, quien podrá solicitar el apoyo de los organismos de coadyuvancia para que realicen determinados actos en los términos del Reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 114.- Quedan prohibidas la importación o exportación, temporal o definitiva y el tránsito internacional de organismos acuícolas, derivados, alimentos, deshechos y despojos, cuando sean originarios o procedan de zonas o países que no han sido reconocidos como libres de enfermedades emergentes o endémicas. El reconocimiento de zonas o países como libres de enfermedades, lo realizará

la Secretaría en términos del Reglamento de esta Ley, mediante acuerdos que publicará en el Diario Oficial de la Federación.

En todo caso, la Secretaría, previo análisis de riesgo y en los términos que se establezcan en la gestión del riesgo, podrá suspender la prohibición y condicionar la importación o exportación de las mercancías en riesgo.

Cuando el riesgo sanitario o la situación concreta a prevenirse, no esté contemplada en una norma oficial específica, los interesados deberán cumplir los requisitos mínimos establecidos en las normas oficiales aplicables en situaciones generales u observar el procedimiento que se regula en el Reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 115.- Para fines de exportación la Secretaría, a petición y con cargo a los interesados, podrá llevar el control sanitario en las unidades de producción en las que se críen, alojen o manejen especies acuícolas vivas, así como en los establecimientos en los que se almacenen, transformen y/o procesen derivados, alimentos y productos para uso o consumo de éstos, a fin de certificar el cumplimiento de los requisitos sanitarios establecidos por la autoridad competente del país al que se destinarán las mercancías.

En el caso de la exportación de productos para uso o consumo acuícola, la Secretaría, a solicitud de los interesados, expedirá la certificación de libre venta, de origen y de regulación vigente de empresas y productos regulados.

Cuando se opte por la destrucción o el tratamiento, el interesado solicitará a la Secretaría, la evaluación del riesgo sanitario, en cuyo caso el ingreso de las mercancías se hará bajo el procedimiento de cuarentena postentrada, y el interesado deberá solicitar a la autoridad aduanera la suspensión del despacho aduanero, y en su caso, el cambio de régimen aduanero.

ARTÍCULO 116.- Cuando se detecte o se tenga evidencia científica sobre la presencia o entrada inminente de enfermedades emergentes o de notificación obligatoria, erradicadas, desconocidas o inexistentes en el país, que pongan en situación de emergencia sanitaria a una o varias especies acuícolas en todo o en parte del territorio nacional, la Secretaría instrumentará el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Acuícola, que implicará la publicación inmediata del Acuerdo en el que se establezca la instrumentación urgente y coordinada de las medidas sanitarias que deberán aplicarse, cuando la evidencia científica confirme la presencia de alguna enfermedad emergente o de notificación obligatoria, erradicada, desconocida o inexistente, o la epidemia de una enfermedad endémica.

También se justificará la activación del dispositivo de emergencia y la aplicación inmediata de medidas de inocuidad, cuando se sospeche o se tenga evidencia científica sobre un incremento en los niveles de contaminantes o la presencia de residuos tóxicos en alimentos para consumo humano o acuícola, que afecten su inocuidad.

La Secretaría podrá determinar en los acuerdos por los que se instrumente el Dispositivo, los productos para uso o consumo de los organismos acuáticos cuya aplicación es la adecuada para el control de la enfermedad a controlar o erradicar, así como las medidas de inocuidad aplicables para reducir los riesgos de contaminación alimentaria.

ARTÍCULO 117.- La Secretaría podrá acordar y convenir con los gobiernos de las entidades federativas, los municipios, órganos de coadyuvancia y particulares interesados, la creación de uno o varios fondos de contingencia para afrontar inmediatamente las emergencias sanitarias que surjan por la presencia de enfermedades emergentes o de notificación obligatoria, erradicadas, desconocidas o inexistentes que pongan en peligro la producción acuícola en el territorio nacional, así como, las

emergencias de contaminación en los alimentos cuando se detecte un incremento en los niveles de contaminantes o la presencia de residuos tóxicos que vulneren su inocuidad.

CAPÍTULO III
DE LA INOCUIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUÍCOLAS

ARTÍCULO 118.- La inocuidad y la calidad de los productos acuícolas y pesqueros a que se refiere este capítulo comprende los productos de la pesca y la acuacultura, desde su captura o cosecha y hasta su procesamiento primario.

El SENASICA podrá proponer a la Secretaría la inclusión en las normas oficiales, las medidas de inocuidad de dichos productos, desde su producción primaria, hasta su procesamiento primario incluyendo actividades tales como: cortado, refrigerado y congelado, sin perjuicio de las atribuciones que les correspondan a las autoridades competentes en materia de salubridad general.

La inocuidad de los productos a que se refiere este artículo se acreditará a través del certificado que expida el SENASICA, de conformidad con lo que se establezca en las normas de la materia.

ARTÍCULO 119.- Los estándares de calidad de los productos pesqueros y acuícolas desde su captura o cosecha y hasta su procesamiento primario, serán determinados por el SENASICA a efecto de crear las condiciones necesarias para inducir el ordenamiento de los mercados tanto nacional como de exportación pesqueros y acuícolas.

La calidad de los productos a que se refiere este artículo se acreditará a través del certificado que expida el SENASICA, conforme lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas. Los certificados tendrán las características, vigencia, requisitos y formalidades que establezcan las disposiciones reglamentarias, y los Acuerdos y Tratados Internacionales en la materia de los que México sea parte.

CAPÍTULO IV
ESTABLECIMIENTOS TIPO INSPECCIÓN FEDERAL DE RECURSOS PESQUEROS Y RECURSOS ACUÍCOLAS

Capítulo adicionado DOF 30-05-2012

SECCIÓN I
Disposiciones Generales

Sección adicionada DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis.- Para los efectos de este capítulo, se entiende por:

I. Buenas prácticas pesqueras y acuícolas: Conjunto de procedimientos, actividades, condiciones y controles que se establezcan en normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas que formule y expida la Secretaría, aplicables desde el procesamiento primario hasta la puesta a disposición del consumidor, de recursos pesqueros y recursos acuícolas para consumo humano, en las unidades dedicadas a la pesca o a la acuacultura y en los establecimientos Tipo Inspección Federal dedicados al procesamiento primario de dichos recursos, con el objeto de disminuir los riesgos asociados a agentes físicos, químicos o biológicos que los contaminen durante en su captura, procesamiento primario o recolección.

II. Buenas prácticas de manufactura: Conjunto de procedimientos, actividades, condiciones y controles de tipo general que se establezcan en normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas que formule y expida la Secretaría, aplicables en los establecimientos Tipo Inspección Federal dedicados al procesamiento primario de recursos pesqueros y recursos acuícolas para consumo humano,

incluyendo actividades de cortado, cocido, envasado, enlatado, refrigerado y congelado con el objeto de disminuir los riesgos de contaminación física, química o biológica.

III. Cadena de valor: El conjunto de elementos y agentes involucrados en los procesos productivos de los recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos productivos, el procesamiento primario, acopio, transformación, distribución y comercialización.

IV. Certificación de buenas prácticas: Procedimiento que inicia a petición de parte y que concluye, de ser procedente, con un certificado, mediante el cual el SENASICA o terceros acreditados en los términos de las disposiciones federales sobre normalización, hace constar que un establecimiento Tipo Inspección Federal dedicado al procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, cumple con las buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura que le sean aplicables.

V. Establecimientos Tipo Inspección Federal: Las instalaciones que comprenden las embarcaciones de captura; los barcos-fábrica; las zonas de producción de maricultura, las granjas acuícolas y los demás establecimientos en donde se capturan, extraen, recolectan, siembran, producen, crían, engordan, acondicionan, procesan, cortan, cuecen, envasan, empacan, refrigeran, congelan o industrializan recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, con fines de transporte y venta en el país o para exportación, y que están sujetas a regulación de la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, conforme a sus respectivos ámbitos de competencia y cuya certificación es a petición de parte.

VI. Procesamiento primario: Las actividades de captura, extracción, recolección, producción, siembra, crianza, estabulación, depuración, cortado, envasado, empacado, refrigerado, congelado, transporte y/o industrialización, de recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola, para consumo humano.

VII. Trazabilidad: Conjunto de actividades técnicas y administrativas sistematizadas determinadas por la Secretaría que permiten registrar los procesos relacionados con la captura, extracción, cultivo, recolección, crianza, engorda, reproducción, cortado, cocido, envasado, enlatado, empacado, refrigerado, congelado, transportado, industrializado, distribuido o importado de recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola; así como aquellas tendientes a registrar la aplicación de los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en especies acuáticas o para consumo de éstas, desde su origen hasta su destino, a través de una o varias etapas especificadas de su producción, transformación y distribución, identificando en cada etapa su ubicación espacial y en su caso los factores de riesgo de sanidad acuícola y de contaminación que pueden estar presentes en cada una de las actividades.

VIII. TIF: Abreviatura referente a establecimientos Tipo Inspección Federal y al símbolo que acredita la certificación correspondiente a este tipo de instalaciones, misma que podrá utilizarse, previo cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, en dichos establecimientos y recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, para garantizar su inocuidad.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 1.- Para los efectos de este capítulo, son atribuciones de la Secretaría:

I. Determinar y establecer las medidas y criterios aplicables en materia de buenas prácticas que habrán de aplicarse en la producción primaria y el procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano en establecimientos TIF, para reducir los contaminantes o riesgos que puedan estar presentes en éstos; así como aquellas medidas y criterios que conforme al principio de reciprocidad sean necesarios para reconocer las buenas prácticas equivalentes

que apliquen otros países para el caso de recursos pesqueros y recursos acuícolas para consumo humano que se destinen al comercio exterior;

II. Regular y certificar por sí o mediante terceros, la aplicación de buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura en unidades dedicadas a la pesca o a la acuacultura y en establecimientos TIF dedicados al procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano; así como revocar los certificados emitidos, por las causas que se establecen en esta Ley;

III. Expedir normas oficiales mexicanas y otras disposiciones en materia de sanidad e inocuidad pesquera y acuícola, y de buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura, aplicables a unidades dedicadas a la pesca o a la acuacultura y a establecimientos TIF dedicados al procesamiento de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano;

IV. Verificar e inspeccionar la aplicación de buenas prácticas en establecimientos TIF dedicados al procesamiento de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, así como de las actividades de sanidad e inocuidad pesquera y acuícola relacionadas directa o indirectamente con la producción y procesamiento primario de dichos recursos, partes y derivados, y

V. Fomentar y establecer los programas destinados a la prevención y control de contaminantes, a través de esquemas de buenas prácticas pesqueras y acuícolas y buenas prácticas de manufactura en las unidades dedicadas a la pesca y la acuacultura y en los establecimientos TIF dedicados al procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola destinados a integrarse a la cadena alimenticia para consumo humano.

Las atribuciones y facultades previstas en este artículo serán realizadas y ejercidas por la Secretaría a través del SENASICA. Lo anterior, sin perjuicio de las atribuciones y facultades que le corresponden a la Secretaría de Salud en materia de control sanitario de productos y servicios, cuyo ejercicio se realizará por dicha Secretaría conforme a las disposiciones de salubridad general.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

SECCIÓN II
De los Establecimientos TIF

Sección adicionada DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 2.- El SENASICA certificará a petición de parte, previo cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y demás que de ella emanen, la instalación y funcionamiento de establecimientos Tipo Inspección Federal dedicados al procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 3.- Los establecimientos referidos en el artículo anterior utilizarán la denominación Tipo Inspección Federal o su abreviatura TIF de acuerdo a lo dispuesto por normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas que se emitan conforme a este capítulo, como símbolo de calidad higiénico-sanitaria de los recursos pesqueros y recursos acuícolas, cuando sus instalaciones, equipo y proceso productivo se ajusten a las disposiciones de sanidad e inocuidad pesquera y acuícola, y de buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura, y esta condición esté certificada por el SENASICA o por organismos de certificación acreditados en los términos de las disposiciones federales aplicables en materia de normalización.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 4.- Los establecimientos TIF deberán contar con responsables autorizados por el SENASICA que realicen la inspección o verificación en tal número que garantice su eficiencia. Los

establecimientos autorizados para exportar recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, deberán contar con dichos responsables si el SENASICA lo determina o el país importador lo requiere.

Asimismo dichos establecimientos deberán tener a su servicio durante las horas laborables, cuando menos un responsable autorizado por el SENASICA para fines de control de vigilancia epidemiológica, y otras medidas sanitarias, de inocuidad y de buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 5.- La certificación TIF tendrá validez y surtirá sus efectos en toda la República. Los establecimientos que cuenten con dicha certificación y denominación no serán objeto de inspección y resello por autoridad diversa, en la materia que regula el presente capítulo.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 6.- El SENASICA promoverá que los establecimientos de procesamiento primario de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola obtengan la denominación TIF, previo cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, de las normas oficiales mexicanas que de ella deriven y demás disposiciones que emita el propio SENASICA en materia de sanidad e inocuidad pesquera y acuícola y buenas prácticas aplicables a dichos recursos.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 7.- Los propietarios o poseedores de los establecimientos TIF, estarán obligados a proporcionar las facilidades necesarias para que el SENASICA o terceros acreditados, según corresponda, lleven a cabo su inspección, verificación o certificación.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 8.- La certificación, verificación, dictámenes de prueba o evaluación de la conformidad de las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas en materia TIF las realizará el SENASICA a iniciativa propia o a petición del interesado, pudiendo hacerlo directamente o a través de organismos de certificación, unidades de verificación o laboratorios de pruebas acreditados en los términos de las disposiciones aplicables.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

SECCIÓN III
De la Trazabilidad

Sección adicionada DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 9.- La Secretaría establecerá las bases para la implementación de sistemas de trazabilidad de recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola, para consumo humano, desde su origen hasta su destino. Los sistemas serán coordinados, supervisados y vigilados por la propia Secretaría, a través del SENASICA.

La Secretaría, mediante normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas, definirá los sistemas de trazabilidad aplicables a los recursos a que se refiere este capítulo.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 10.- Los agentes involucrados en cada eslabón de la cadena de valor, deberán implementar y mantener un sistema de trazabilidad documentado en las etapas que le correspondan, en términos de lo establecido en las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas que emita la Secretaría para tal efecto.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 11.- Los sistemas de trazabilidad de recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola para consumo humano, sean nacionales o importados, garantizarán el rastreo en

toda la cadena de su procesamiento primario y se deberá contar con la relación de proveedores y distribuidores o clientes.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 12.- Los agentes involucrados deberán notificar a la Secretaría cuando sospechen que alguno de los recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola, para consumo humano, que han capturado, extraído, recolectado, producido, criado, cortado, cocido, envasado, empacado, refrigerado, congelado, transportado, industrializado, distribuido o importado no cumplen con las disposiciones de buenas prácticas pesqueras o acuícolas o de manufactura. De ser procedente, la Secretaría ordenará de inmediato su retiro del mercado y, en su caso, dispondrá las medidas sanitarias que correspondan.

Cuando las mercancías sean retiradas del mercado, se informará a los consumidores de las razones de este retiro.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 13.- Será parte del sistema de trazabilidad de los recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola, para consumo humano, nacionales, de importación o exportación regulados por este capítulo y de acuerdo a lo establecido en normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas que expida la Secretaría, la información que defina respecto de dichos recursos, partes y derivados, entre otros aspectos:

I. El origen;

II. La procedencia;

III. El destino;

IV. El lote;

V. La fecha de producción, la fecha de empaque, proceso o elaboración, caducidad o fecha de consumo preferente, y

VI. La identificación individual o en grupo de acuerdo al producto en específico.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 119 Bis 14.- Para efectos de trazabilidad, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas relativas a buenas prácticas pesqueras, acuícolas y de manufactura que expida la Secretaría, establecerán los requisitos que deberán contener las etiquetas de los recursos, partes y derivados de origen pesquero o acuícola, para consumo humano.

Artículo adicionado DOF 30-05-2012

TÍTULO DÉCIMO SEGUNDO
DE LA INFORMACIÓN SOBRE PESCA Y ACUACULTURA

CAPÍTULO I
DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE PESCA Y ACUACULTURA

ARTÍCULO 120.- La Secretaría integrará el Sistema Nacional de Información de Pesca y Acuacultura que tendrá por objeto organizar, actualizar y difundir la información sobre actividades pesqueras y acuícolas, particularmente las que se desarrollan en el país. El sistema se integrará con la información siguiente:

I. La Carta Nacional Pesquera;

II. La Carta Nacional Acuícola;

III. El Registro Nacional de Pesca y Acuacultura;

IV. El Informe de la situación general de la pesca y acuacultura en México e indicadores de su desarrollo;

V. Los Tratados y Acuerdos Internacionales en las materias mencionadas;

VI. Las resoluciones definitivas acerca de concesiones, permisos y para realizar actividades pesqueras y acuícolas, y

VII. El anuario estadístico de pesca y acuacultura.

De conformidad con lo establecido en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la información mencionada en el presente artículo deberá ser publicada en la página electrónica de la Secretaría y por los medios impresos a su alcance.

ARTÍCULO 121.- Todos los titulares de concesiones o permisos deberán, en los términos de la presente Ley, presentar los informes acerca de los datos estadísticos requeridos por las autoridades para el cumplimiento de sus fines y objetivos.

CAPÍTULO II
DEL REGISTRO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA

ARTÍCULO 122.- El Registro Nacional de Pesca y Acuacultura estará a cargo de la Secretaría, tendrá carácter público y tiene por objeto la inscripción y actualización obligatorias de la siguiente información relativa a las actividades pesqueras y acuícolas:

I. Las personas físicas o morales que se dediquen a la pesca y la acuacultura, con excepción de las personas físicas que realicen actividades de pesca deportivo-recreativa y de pesca para consumo doméstico;

II. La información sobre los permisos y concesiones expedidos que incluya el nombre del titular, especies, artes y equipos de pesca, vigencia, cuotas de captura o zonas de captura;

III. Las embarcaciones dedicadas a la actividad pesquera;

IV. Las unidades de producción acuícola, incluyendo parques, granjas y laboratorios;

V. Las personas físicas o morales que cuenten con certificados de sanidad, inocuidad o calidad, y

VI. Las escuelas pesqueras y los centros dedicados a la investigación o enseñanza en materia de flora y fauna acuáticas aprovechables para la pesca y acuacultura.

La Secretaría expedirá el certificado de registro correspondiente.

La organización y funcionamiento del Registro se determinarán en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley. El INAPESCA, el SENASICA y los gobiernos de las entidades federativas contribuirán a la integración, actualización y funcionamiento del Registro, en la forma y términos que establezcan las disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 123.- La Secretaría y los gobiernos de las entidades federativas integrarán una Red de Información Acuícola, que concentrará la información de los diversos organismos y entidades respecto a esta actividad e incluirá, entre otros, la identificación de las especies y ubicación de áreas apropiadas para la acuacultura, los planes de ordenamiento, los resultados de los proyectos de investigación, así como las estadísticas de producción e información de precios, oferta y demanda de los productos acuícolas.

TÍTULO DÉCIMO TERCERO
INSPECCIÓN Y VIGILANCIA

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 124.- Para verificar y comprobar el cumplimiento de esta Ley, sus disposiciones reglamentarias, las normas oficiales que de ella deriven, la Secretaría realizará los actos de inspección y vigilancia, por conducto de personal debidamente autorizado y con la participación de la Secretaría de Marina en los casos en que corresponda.

ARTÍCULO 125.- En las labores de inspección y vigilancia del cumplimiento de esta Ley y de las disposiciones que de ella deriven, se podrán utilizar todos aquellos instrumentos que aporten los descubrimientos y avances científicos y tecnológicos, siempre que su utilización no se encuentre restringida o prohibida por la ley.

En la inspección y vigilancia de actividades pesqueras que se realicen en sistemas lagunarios, estuarinos, mar territorial y la zona económica exclusiva, la Secretaría podrá utilizar sistemas de localización y monitoreo satelital. Para estos efectos, dicha autoridad determinará, mediante disposiciones reglamentarias o en las concesiones y permisos, las embarcaciones que requieran el equipo especializado de monitoreo, para la operación de dichos sistemas.

Los elementos que arrojen los instrumentos a que se refiere este Artículo se considerarán como medios de prueba, y tendrán el valor probatorio que se determine en las disposiciones jurídicas aplicables.

ARTÍCULO 126.- El personal de la Secretaría debidamente autorizado para la realización de los actos a que se refiere el presente capítulo, podrá llevar a cabo visitas de inspección para lo cual deberá contar con el documento oficial que los acredite o autorice a practicar la inspección o verificación, así como la orden escrita debidamente fundada y motivada, expedida por la autoridad competente de la Secretaría, en la que se precisará el lugar o la zona que habrá de inspeccionarse, el objeto de la diligencia y el alcance de la misma.

ARTÍCULO 127. En toda visita de inspección se levantará acta, en la que se harán constar en forma circunstanciada los hechos que se hubiesen presentado durante la diligencia, cumpliendo las formalidades previstas para tal efecto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Concluido el levantamiento del acta, el inspector o verificador proporcionará al visitado o a la persona con quien se entienda la diligencia, la información respecto a la autoridad que emitió la orden de visita de inspección o verificación; asimismo, hará de su conocimiento el plazo o término con el que cuenta para manifestar lo que a su derecho convenga ante dicha autoridad, y los demás datos sobre las consecuencias jurídicas de la visita de inspección o verificación.

Los hechos, omisiones o irregularidades administrativas detectadas en las visitas de inspección que estén debidamente asentados en el acta respectiva se tendrán por ciertos, salvo prueba en contrario.

A continuación se procederá a firmar el acta por la persona con quien se entendió la diligencia, por los testigos y por el personal autorizado, quien entregará copia del acta al interesado. Si la persona con quien se entendió la diligencia o los testigos, se negaren a firmar el acta, o el interesado se negare a aceptar copia de la misma, dichas circunstancias se asentarán en ella, sin que esto afecte su validez y valor probatorio.

Artículo reformado DOF 02-06-2015

ARTÍCULO 128. La persona con quien se entienda la diligencia estará obligada a permitir al personal autorizado el acceso al lugar o lugares sujetos a inspección en los términos previstos en la orden escrita a que se hace referencia en el artículo 126, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones que de ella deriven. La información deberá mantenerse por la autoridad en absoluta reserva, si así lo solicita el interesado, salvo en caso de requerimiento judicial.

Artículo reformado DOF 02-06-2015

ARTÍCULO 129.- La autoridad competente podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública para efectuar la visita de inspección, cuando alguna persona obstaculice o se oponga a la práctica de la diligencia, con independencia de las sanciones a que haya lugar.

ARTÍCULO 130.- Recibida el acta de inspección por la autoridad ordenadora, requerirá al interesado, mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas necesarias para cumplir con las disposiciones jurídicas aplicables, así como con las concesiones y permisos respectivos, fundando y motivando el requerimiento, señalando el plazo que corresponda, y para que dentro del término de quince días exponga lo que a su derecho convenga, y en su caso, aporte las pruebas que considere procedentes, en relación con la actuación de la autoridad.

Si el visitado, en el plazo que señala el primer párrafo de éste artículo ofrece pruebas, la autoridad, en el término de tres días hábiles, acordará su admisión y en el mismo proveído fijará fecha para la audiencia de desahogo de pruebas, la que deberá celebrarse dentro de los cinco días hábiles siguientes a la fecha en que se notifique; y de la cual se levantará acta que será suscrita por los que hayan intervenido.

Párrafo adicionado DOF 02-06-2015

Admitidas y desahogadas las pruebas ofrecidas por el interesado, o habiendo transcurrido el plazo a que se refiere el primer párrafo de este artículo, sin que haya hecho uso de ese derecho, se pondrán a su disposición las actuaciones, para que en un plazo de tres días hábiles presente por escrito sus alegatos.

Párrafo reformado DOF 02-06-2015

Una vez recibidos los alegatos o transcurrido el término para presentarlos, la Secretaría procederá, dentro de los veinte días siguientes, a dictar por escrito la resolución respectiva, misma que se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado con acuse de recibo.

En los casos en que proceda, la Secretaría hará del conocimiento del Ministerio Público Federal la realización de actos u omisiones constatados en el ejercicio de sus facultades que pudieran configurar uno o más delitos.

ARTÍCULO 131.- En materia de notificación de actos de inspección y vigilancia a que se refiere este Título, además de las formas comprendidas en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la Secretaría podrá realizar notificaciones por estrados, las cuales se harán fijando durante quince días consecutivos el documento que se pretenda notificar en un sitio abierto al público de las oficinas de la autoridad competente que efectúe la notificación y publicando el documento citado, durante el mismo plazo, en la página electrónica que al efecto establezca la propia Secretaría.

Dicha autoridad dejará constancia de ello en el expediente respectivo. En estos casos, se tendrá como fecha de notificación la del decimosexto día siguiente al primer día en que se hubiera fijado o publicado el documento.

Por lo que hace a los demás requisitos y formalidades que deben observarse en la realización de visitas de inspección y vigilancia, son aplicables supletoriamente a este capítulo las disposiciones, de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, así como los que señala la Ley Federal sobre Metrología y Normalización respecto de la evaluación de la conformidad de las normas oficiales mexicanas.

Respecto de los actos de verificación que realice el SENASICA para la comprobación del cumplimiento de las disposiciones relativas a la sanidad de especies acuícolas, es aplicable de forma supletoria en lo que corresponda, lo dispuesto en la Ley Federal de Sanidad Animal.

TÍTULO DÉCIMO CUARTO
INFRACCIONES, SANCIONES Y RESPONSABILIDADES

CAPÍTULO I
DE LAS INFRACCIONES

ARTÍCULO 132.- Son infracciones a lo establecido en la presente Ley, el Reglamento y las normas oficiales que de ella deriven:

I. Realizar la pesca sin contar para ello con la concesión o permiso correspondiente;

II. Recolectar del medio natural reproductores, larvas, postlarvas, crías, huevos, semillas o alevines de las especies pesqueras, sin contar para ello con la concesión o permiso correspondientes;

III. Operar barcos-fábrica o plantas flotantes;

IV. Explotar, siendo titular de una concesión o permiso, una especie o grupo de especies, en volúmenes mayores o fuera de lo establecido en las normas oficiales o en el título respectivo;

V. Facturar o amparar productos pesqueros, que no hubieran sido obtenidos en los términos de su concesión o permiso por sus titulares;

VI. Realizar actividades de acuacultura o pesca de fomento, didáctica o deportivo-recreativa, sin contar con la concesión o el permiso respectivo;

VII. Simular actos de pesca de consumo doméstico, de fomento, deportivo-recreativa o didáctica con el propósito de lucrar con los productos obtenidos de las capturas;

VIII. Sustituir al titular de los derechos consignados en las concesiones o permisos sin autorización expresa de la Secretaría;

IX. No llevar a bordo de las embarcaciones la documentación original expedida por la Secretaría para acreditar la concesión o permiso, o no tener en las instalaciones acuícolas copia certificada de la misma;

X. Efectuar operaciones de pesca con embarcaciones extranjeras sin el permiso correspondiente;

XI. Desembarcar productos pesqueros en el extranjero o transbordarlos sin contar con el permiso de la Secretaría, salvo en los casos previstos en el segundo párrafo en el artículo 74 de esta Ley;

XII. Descargar en puertos mexicanos productos de pesca comercial provenientes de embarcaciones extranjeras, sin permiso de la Secretaría, salvo en los casos previstos en el segundo párrafo en el artículo 75 de esta Ley;

XIII. Practicar la pesca en alta mar o en aguas de jurisdicción extranjera, con embarcaciones de matrícula y bandera mexicanas, sin el permiso correspondiente;

XIV. No acatar las condiciones y requisitos establecidos en las autorizaciones otorgadas por gobiernos extranjeros al gobierno mexicano, para la captura de especies;

XV. Hacer uso indebido de la información técnica o científica de la Secretaría o del INAPESCA;

XVI. Transportar o utilizar en embarcaciones destinadas a la pesca, instrumentos explosivos, sustancias contaminantes;

XVII. Utilizar o transportar instrumentos, artes o métodos de pesca prohibidos o no permitidos por la Secretaría;

XVIII. Practicar la pesca con embarcaciones distintas de aquellas que haya permitido y registrado la Secretaría;

XIX. Extraer, capturar, poseer, transportar o comerciar especies declaradas en veda o con talla o peso inferiores al mínimo especificado por la Secretaría u obtenerlas de zonas o sitios de refugio o de repoblación;

XX. Omitir el uso de la bitácora de pesca, alterar o anotar con falsedad los datos técnicos que se asienten en la misma o no entregarla a la Secretaría cuando dicha autoridad requiera su exhibición;

XXI. Comercializar las capturas de la pesca deportivo-recreativa;

XXII. No proporcionar la información en los términos y plazos que solicite la Secretaría o incurrir en falsedad al rendir ésta;

XXIII. Instalar artes de pesca fija, sin contar con el permiso correspondiente;

XXIV. Introducir o manejar bajo cualquier forma, especies o material biológico en aguas de jurisdicción federal, que causen daño, alteren o pongan en peligro la conservación de los recursos pesqueros;

XXV. No cumplir con la obligación de inscripción y actualización en el Registro Nacional de Pesca y Acuacultura, en los términos de esta Ley y su reglamento;

XXVI. Incumplir lo establecido en las normas oficiales que deriven de esta Ley;

XXVII. No demostrar documentalmente a la Secretaría la legal procedencia de los productos pesqueros y acuícolas por parte de quienes los posean, almacenen, transporten o comercialicen, con base en lo señalado en el párrafo primero del artículo 75 de la presente Ley;

XXVIII. No contar con el equipo especializado de monitoreo satelital, cuando así lo establezcan las disposiciones reglamentarias o la concesión o permiso correspondientes;

XXIX. No cumplir con las disposiciones sanitarias establecidas en la presente Ley y en los ordenamientos jurídicos aplicables;

XXX. Falsificar o alterar los títulos que amparan los derechos de los permisos o concesiones, y

XXXI. Cualquier otra contravención a lo dispuesto en la presente Ley.

CAPÍTULO II
DE LAS SANCIONES ADMINISTRATIVAS

ARTÍCULO 133.- Las infracciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, señaladas en el artículo anterior, serán sancionadas administrativamente por la Secretaría con una o más de las siguientes sanciones:

I. Amonestación con apercibimiento;

II. Imposición de multa;

III. Imposición de multa adicional por cada día que persista la infracción;

IV. Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas;

V. Clausura temporal o definitiva, parcial o total, de la instalación o instalaciones en las que se hayan cometido las infracciones;

VI. El decomiso de embarcaciones, vehículos, artes de pesca y/o productos obtenidos de la acuacultura y la pesca directamente relacionada con las infracciones cometidas, y

VII. Suspensión o revocación de los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes.

ARTÍCULO 134.- En materia de sanidad de especies acuícolas y de inocuidad y calidad de recursos pesqueros y recursos acuícolas, incluyendo los establecimientos TIF a que se refiere la presente Ley, el SENASICA, además de aplicar cualquiera de las sanciones a que se refieren las fracciones I, II y V del artículo anterior, podrá suspender o revocar los certificados correspondientes, previo el cumplimiento a la garantía de audiencia de acuerdo a lo establecido en las disposiciones relativas y aplicables de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y demás disposiciones vigentes en materia de normalización.

Artículo reformado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 135.- Para la imposición de las sanciones por infracciones a esta Ley, la Secretaría tomará en cuenta:

I. La gravedad de la infracción;

II. Las condiciones económicas del infractor, conforme a lo establecido en el párrafo segundo del artículo 21 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

III. La reincidencia, si la hubiere;

IV. El carácter intencional o negligente de la conducta infractora, y

V. El beneficio directamente obtenido por el infractor por los actos u omisiones que motiven la sanción.

ARTÍCULO 136.- Para los efectos de esta Ley, se considerará reincidente al infractor que incurra más de una vez en conductas que impliquen infracciones a un mismo precepto en un periodo de cinco años, contados a partir de la fecha en que se levante el acta en que se hizo constar la primera infracción, siempre que ésta no hubiese sido desvirtuada.

ARTÍCULO 137.- La amonestación sólo será aplicable a los infractores por primera vez, a criterio de la Secretaría, a quienes:

I. Realicen pesca de consumo doméstico, en temporada de veda o con artes de pesca no permitidas, o tallas inferiores a las autorizadas o en contravención a las normas establecidas; y

II. Realicen actividades de acuacultura y pesca didáctica, sin contar con la concesión o permiso respectivo.

La amonestación servirá de apoyo para determinar la multa a los reincidentes.

ARTÍCULO 138.- La imposición de las multas a que se refiere el artículo 133 se determinará en la forma siguiente:

I. Con el equivalente de 10 a 100 días de salario mínimo vigente a quien cometa las infracciones señaladas en las fracciones: VI, XXV del artículo 132;

II. Con el equivalente de 101 a 1,000 días de salario mínimo vigente a quien cometa las infracciones señaladas en las fracciones: I, II, V, VII, IX, XV, XVII, XVIII, XXI, XXII, XXIII, XXVI, XXVIII, XXXI del artículo 132;

III. Con el equivalente de 1,001 a 10,000 días de salario mínimo vigente a quien cometa las infracciones señaladas en las fracciones: VIII, XI, XII, XIV, XX, XXIV, XXVII, XXX del artículo 132, y

IV. Con el equivalente de 10,001 a 30,000 días de salario mínimo vigente a quien cometa las infracciones señaladas en las fracciones: III, IV, X, XIII, XVI, XIX, XXIX del artículo 132.

Para la imposición de las multas servirá de base el salario mínimo vigente para el Distrito Federal al momento de cometerse la infracción.

En caso de reincidencia se duplicará el monto establecido para cada una de las fracciones anteriores.

ARTÍCULO 139.- La imposición de las sanciones de clausura temporal o definitiva, parcial o total de la instalación o instalaciones en las que se hayan cometido las infracciones, se aplicará cuando:

I. Se cause daño a las especies acuícolas y pesqueras o a los ecosistemas en que dichas especies se encuentran;

II. El infractor no hubiere cumplido en los plazos y condiciones impuestas por la Secretaría, con las medidas de seguridad o de urgente aplicación establecidas en la presente Ley, su reglamento o normas oficiales, y

III. Se generen riesgos de contaminación de recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola para consumo humano, o se contaminen, por acción o por omisión, y puedan poner en riesgo o afectar la salud de las personas, siempre y cuando dichos incidentes sean comprobados mediante las pruebas de laboratorio y demás procedimientos previstos en las normas aplicables.

En los casos en que se imponga como sanción la clausura temporal, la Secretaría deberá indicar al infractor las medidas correctivas y acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron dicha sanción, así como los plazos para su realización.

La clausura que imponga la Secretaría será definitiva y total, en caso de que los riesgos o afectaciones a que se refiere la fracción III del presente artículo se causen por o se generen en establecimientos TIF regulados por esta Ley.

Artículo reformado DOF 30-05-2012

ARTÍCULO 140.- El decomiso de las embarcaciones se realizará cuando se actualice el supuesto de las fracciones I, III, X, XIII, XVI y XIX del artículo 132 de la presente Ley, así como cuando se incurra en reincidencia de la infracción establecida en los numerales XVII y XVIII del mismo artículo, independientemente de la multa correspondiente.

ARTÍCULO 141.- El decomiso de los vehículos se realizará cuando se actualice el supuesto de las fracciones XIX y XXVII del artículo 132 de la Ley, independientemente de la multa correspondiente.

ARTÍCULO 142.- El decomiso de artes de pesca y productos obtenidos de la pesca, se realizará cuando se actualice el supuesto de las fracciones I, V, VII, X, XIII, XVII, XIX, XX, XXI, XXIII, XXVII y XXX del artículo 132, independientemente de la multa correspondiente.

ARTÍCULO 143.- A los productos o bienes decomisados, se les dará el destino que disponga la Secretaría, conforme a las siguientes alternativas:

I. Remate en subasta pública;

II. Venta directa de productos pesqueros;

III. Donación a establecimientos de asistencia social o de rehabilitación, tratándose de productos de la pesca deportivo-recreativa o productos capturados en época de veda o en tallas menores a las autorizadas; y

IV. Destrucción de productos contaminados o en estado de descomposición y en el caso de artes de pesca prohibidas, cuando sea procedente.

Para los efectos señalados en el párrafo anterior, la Secretaría se coordinará con el Servicio de Administración y Enajenación de Bienes, y observará lo dispuesto en la Ley Federal para la Administración y Enajenación de Bienes del Sector Público.

En caso de que los productos o bienes decomisados sean de los denominados como perecederos, éstos deberán de ser donados, vendidos o rematados, antes de que se consideren no aptos para su consumo humano.

ARTÍCULO 144.- Los ingresos que se obtengan de las multas por infracciones a lo dispuesto en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones que de ella se deriven, así como los que se obtengan del remate en subasta pública o la venta directa de los bienes decomisados se destinarán a la integración de fondos para desarrollar programas vinculados con la inspección y la vigilancia, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 145.- En el caso de embarcaciones extranjeras detenidas por pescar ilegalmente en aguas de jurisdicción federal, deberán observarse las obligaciones internacionales contraídas por nuestro país, con base en la más estricta reciprocidad.

ARTÍCULO 146.- Son aplicables supletoriamente a este capítulo en cuanto a las sanciones administrativas, las disposiciones del Capítulo Único del Título Cuarto de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, con excepción del artículo 70-A de dicho ordenamiento.

CAPÍTULO III
DE LAS RESPONSABILIDADES

ARTÍCULO 147.- Las sanciones administrativas a que se refiere el artículo anterior se aplicarán sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de infracciones sean también constitutivos de delito, en los términos de las disposiciones penales aplicables y sin perjuicio de la responsabilidad ambiental que pudiera resultar, para lo cual será aplicable lo dispuesto por el artículo 203 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Son responsables solidarios de las sanciones a que haya lugar, aquellas personas físicas o morales que intervienen en la preparación o realización de las infracciones contenidas en el artículo 132 de la presente Ley.

El capitán o patrón de embarcaciones pesqueras con que se hubiesen cometido las infracciones contenidas en el artículo 132 de la presente Ley, sufrirá la pena accesoria de cancelación de su matrícula o título otorgado para realizar la actividad pesquera. En todo caso la autoridad de navegación no expedirá los despachos vía la pesca a las embarcaciones pesqueras en las cuales éstos formen parte de su tripulación.

ARTÍCULO 148.- El incumplimiento por parte de los Servidores Públicos Federales, Estatales y Municipales de las disposiciones contenidas en la presente Ley, su reglamento y normas oficiales que de ella deriven, dará lugar a la responsabilidad en términos de lo establecido en el Título IV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, y las Leyes Estatales de Responsabilidades de los Servidores Públicos.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se aplicarán sin perjuicio de las sanciones de carácter penal o civil que en su caso lleguen a determinarse por la autoridad judicial.

CAPÍTULO IV
DEL RECURSO DE REVISIÓN

ARTÍCULO 149.- Las resoluciones definitivas dictadas en los procedimientos administrativos instaurados con motivo de la aplicación de esta Ley, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales que de ella deriven, podrán ser impugnadas por los afectados mediante el recurso de revisión, dentro de los quince días siguientes a la fecha de su notificación o ante las instancias jurisdiccionales competentes.

El recurso de revisión se interpondrá directamente ante la unidad administrativa que emitió la resolución impugnada, la que resolverá sobre su admisión y el otorgamiento o denegación de la suspensión del acto recurrido y turnará posteriormente el recurso a su superior jerárquico para su resolución definitiva.

ARTÍCULO 150.- Por lo que se refiere a los demás trámites relativos a la tramitación, sustanciación y resolución del recurso de revisión a que se refiere el artículo anterior, se estará a lo dispuesto en el Título Sexto de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO.- Esta Ley entrará en vigor a los noventa días siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Se abroga la Ley de Pesca publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 1992.

ARTÍCULO TERCERO.- Los titulares de concesiones, permisos y autorizaciones otorgados con anterioridad a la expedición de esta Ley, no serán afectados a su entrada en vigor en los derechos y obligaciones consignados en los mismos.

ARTÍCULO CUARTO.- Las solicitudes de concesiones, permisos y autorizaciones cuya tramitación haya iniciado con anterioridad a la expedición de la presente Ley, y que se encuentren pendientes de resolución, deberán ser resueltas conforme a las disposiciones jurídicas y administrativas vigentes al momento en que aquéllas fueron ingresadas.

ARTÍCULO QUINTO.- Los procedimientos y recursos administrativos relacionados con las materias de la Ley de Pesca, iniciados con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes en ese momento, y las demás disposiciones aplicables en la materia de que se trate.

ARTÍCULO SEXTO.- El Reglamento de la presente Ley deberá ser expedido por el Presidente de la República dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigor de este ordenamiento legal. Mientras se expide dicho Reglamento, seguirá vigente el Reglamento de la Ley de Pesca publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1999, en lo que no contravenga las disposiciones de esta Ley.

ARTÍCULO SÉPTIMO.- La Circular relativa a los procedimientos administrativos de inspección y calificación de infracciones en materia de pesca y acuacultura, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 2003, continuará en vigor en lo que no se oponga a lo establecido en el Título Noveno de esta Ley.

ARTÍCULO OCTAVO.- La presente Ley será aplicable, sin menoscabo de las atribuciones que competan a otras dependencias de la Administración Pública Federal, de conformidad con las leyes que resulten aplicables.

ARTÍCULO NOVENO.- En tanto las legislaturas de las Entidades Federativas expidan las leyes previstas en los artículos 13 y 14 de esta Ley, se continuará aplicando en lo conducente la Ley de Pesca promulgada y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de junio de 1992.

ARTÍCULO DÉCIMO.- Se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley.

México, D.F., a 26 de abril de 2007.- Dip. **Maria Elena Alvarez Bernal**, Vicepresidenta.- Sen. **Manlio Fabio Beltrones Rivera**, Presidente.- Dip. **Jose Gildardo Guerrero Torres**, Secretario.- Sen. **Renán Cleominio Zoreda Novelo**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los cinco días del mes de julio de dos mil siete.- **Felipe de Jesús Calderón Hinojosa**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Francisco Javier Ramírez Acuña**.- Rúbrica.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS DE DECRETOS DE REFORMA

DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2012

Artículo Primero.- Se adiciona un nuevo Capítulo IV, denominado “Establecimientos Tipo Inspección Federal de Recursos Pesqueros y Recursos Acuícolas”, con los artículos 119 BIS a 119 BIS 14, al Título Décimo Primero “De la Sanidad, Inocuidad y Calidad”, de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……

ARTÍCULO SEGUNDO.- Se reforma el Artículo 134, y se adiciona una nueva fracción III y un último párrafo al Artículo 139, ambos de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente decreto entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Para la debida instrumentación del presente Decreto, el Ejecutivo Federal instruirá a las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de Salud a efecto de que, en un plazo no mayor a 90 días, suscriban las bases de coordinación que determinarán el ejercicio de las atribuciones que, en materia de inspección y vigilancia de la calidad, sanidad e inocuidad de los recursos, partes y derivados de origen pesquero y acuícola, les confieren la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; la Ley General de Salud y las demás disposiciones aplicables.

México, D.F., a 17 de abril de 2012.- Dip. **Guadalupe Acosta Naranjo**, Presidente.- Sen. **José González Morfín**, Presidente.- Dip. **Mariano Quihuis Fragoso**, Secretario.- Sen. **Ludivina Menchaca Castellanos**, Secretaria.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a veintinueve de mayo de dos mil doce.- **Felipe de Jesús Calderón Hinojosa**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Alejandro Alfonso Poiré Romero**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforman los artículos 4, 8 y 29 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2012

Artículo Único. Se reforman los artículos 4o., fracción XXI; 8o., fracción XXIX, y 29, primer párrafo, de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

…….

TRANSITORIOS

Primero. El presente decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Las menciones contenidas en otras leyes, reglamentos y, en general, en cualquier disposición respecto al Instituto Nacional de Pesca, cuyas funciones se reforman por virtud de este decreto, se entenderán referidas a la entidad administrativa que asuma tales funciones.

Tercero. La constitución del INAPESCA como organismo público descentralizado se realizará conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y en la Ley Federal de Entidades Paraestatales.

Cuarto. Las acciones que deriven de la aplicación de las modificaciones al presente decreto se realizarán con cargo al presupuesto aprobado al Instituto de Pesca.

Quinto. Se derogan las disposiciones aplicables que se opongan al presente decreto.

México, D.F., a 26 de abril de 2012.- Dip. **Guadalupe Acosta Naranjo**, Presidente.- Sen. **José González Morfín**, Presidente.- Dip. **Martin García Avilés**, Secretario.- Sen. **Renán Cleominio Zoreda Novelo**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a cuatro de junio de dos mil doce.- **Felipe de Jesús Calderón Hinojosa**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Alejandro Alfonso Poiré Romero**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 2014

ARTÍCULO ÚNICO.- Se reforma la fracción IV del artículo 17; y se adiciona una fracción XL, recorriéndose la actual en su orden, al Artículo 8; una fracción XVII, recorriéndose la actual en su orden, al artículo 13; una fracción XI al Artículo 86, a la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

…….

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Con la entrada en vigor del presente Decreto, el Poder Ejecutivo Federal deberá revisar y modificar el Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, en un término que no exceda los 60 días naturales.

México, D.F., a 13 de diciembre de 2013.- Dip. **Ricardo Anaya Cortés**, Presidente.- Sen. **Raúl Cervantes Andrade**, Presidente.- Dip. **Javier Orozco Gómez**, Secretario.- Sen. **María Elena Barrera Tapia**, Secretaria.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a veintiuno de enero de dos mil catorce.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforma y adiciona el artículo 20 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de noviembre de 2014

Artículo Único.- Se reforman las fracciones XIII y XIV; y se adiciona la fracción XV, del artículo 20 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

…….

Transitorios

Artículo Primero.- El presente Decreto entrará en vigor el día 1 de enero del año 2015.

Artículo Segundo.- Las erogaciones que, en su caso, deban realizarse con el fin de dar cumplimiento al presente Decreto estarán sujetas al presupuesto autorizado en el Presupuesto de Egresos de la Federación y se ejecutarán observando las prioridades que se establezcan en el Plan Nacional de Desarrollo, debiendo observar las disposiciones aplicables en materia presupuestaria a partir del ejercicio fiscal 2015.

México, D.F., a 14 de octubre de 2014.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Silvano Aureoles Conejo**, Presidente.- Sen. **María Elena Barrera Tap**ia, Secretaria.- Dip. **Fernando Bribiesca Sahagún**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a cinco de noviembre de dos mil catorce.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se adicionan diversas disposiciones a la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 2014

Artículo Único.- Se adicionan las fracciones IV Bis y IV Ter al artículo 4o.; las fracciones II Bis, II Ter y VII al artículo 78 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……

Transitorio

Único.- El presente Decreto entrara en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 21 de octubre de 2014.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Silvano Aureoles Conejo**, Presidente.- Sen. **Lucero Saldaña Pérez**, Secretaria.- Dip. **Fernando Bribiesca Sahagún**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a cuatro de diciembre de dos mil catorce.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 2014

Artículo Único. Se reforman los artículos 17, fracción VI, 82 y 84, fracción V de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

…….

Transitorio

Único. El presente decreto entrará en vigor el siguiente día al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 16 de octubre de 2014.- Dip. **Silvano Aureoles Conejo**, Presidente.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Laura Barrera Fortoul**, Secretaria.- Sen. **Lilia Guadalupe Merodio Reza**, Secretaria.- Rúbricas."

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a cuatro de diciembre de dos mil catorce.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se adicionan diversas disposiciones al artículo 17 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de marzo de 2015

Artículo Único. Se adicionan las fracciones IX, X, XI, XII, XIII y XIV, pasando las actuales IX y X a ser XV y XVI al artículo 17 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……..

Transitorios

Primero. El presente Decreto entrará en vigor el siguiente día al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Las medidas, programas e instrumentos económicos relativos al desarrollo de la actividad pesquera y acuícola, estarán sujetas a lo establecido en las Leyes de Ingresos, Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y de Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal que corresponda.

México, D.F., a 5 de febrero de 2015.- Dip. **Silvano Aureoles Conejo**, Presidente.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Javier Orozco Gómez**, Secretario.- Sen. **Lucero Saldaña Pérez**, Secretaria.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a diez de marzo de dos mil quince.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforma y adiciona la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, en materia de inspección y vigilancia.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de junio de 2015

Artículo Único. Se reforman los artículos 127, párrafos primero y segundo; 128 y 130, actual párrafo segundo, y se adicionan los artículos 127, con un tercer párrafo, recorriéndose el actual en su orden; y 130, con un segundo párrafo, recorriéndose los actuales en su orden, a la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……..

Transitorio

Único. El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 9 de abril de 2015.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Julio César Moreno Rivera**, Presidente.- Sen. **Lucero Saldaña Pérez**, Secretaria.- Dip. **Graciela Saldaña Fraire**, Secretaria.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a veintinueve de mayo de dos mil quince.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforma el segundo párrafo del artículo 64 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de junio de 2015

Artículo Único. Se reforma el segundo párrafo del artículo 64 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……

Transitorio

Único. El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D. F., a 28 de abril de 2015.- Sen. **Miguel Barbosa Huerta**, Presidente.- Dip. **Julio César Moreno Rivera**, Presidente.- Sen. **María Elena Barrera Tapia**, Secretaria.- Dip. **Javier Orozco Gómez**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a primero de junio de dos mil quince.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforma la fracción XXI del artículo 4o. de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de junio de 2017

Artículo Único.- Se reforma la fracción XXI del artículo 4o. de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……

Transitorios

Primero.- El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo.- Las menciones contenidas en otras leyes, reglamentos y, en general en cualquier disposición respecto al Instituto Nacional de Pesca, cuyo nombre se modifica por virtud de este Decreto, se entenderán referidas al Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura.

Ciudad de México, a 28 de abril de 2017.- Sen. **Pablo Escudero Morales**, Presidente.- Dip. **María Guadalupe Murguía Gutiérrez**, Presidenta.- Sen. **Lorena Cuéllar Cisneros**, Secretaria.- Dip. **Ana Guadalupe Perea Santos**, Secretaria.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, a dieciséis de junio de dos mil diecisiete.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

DECRETO por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley Reglamentaria del Artículo 5o. Constitucional relativo al ejercicio de las profesiones en el Distrito Federal, la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, la Ley General para Prevenir y Sancionar los Delitos en Materia de Secuestro, Reglamentaria de la fracción XXI del Artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General para Prevenir, Sancionar y Erradicar los Delitos en Materia de Trata de Personas y para la Protección y Asistencia a las Víctimas de estos Delitos, la Ley General en Materia de Delitos Electorales, la Ley General del Sistema de Medios de Impugnación en Materia Electoral, la Ley General de Educación, la Ley General del Servicio Profesional Docente, la Ley General de la Infraestructura Física Educativa, la Ley General de Bibliotecas, la Ley General de Contabilidad Gubernamental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley General de Protección Civil, la Ley General de Cultura Física y Deporte, la Ley General de Sociedades Cooperativas, la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, la Ley de Fomento para la Lectura y el Libro, y la Ley Federal de Archivos, en Materia de Reconocimiento de la Ciudad de México como entidad federativa, sustitución del nombre de Distrito Federal y definición, en su caso, de las facultades concurrentes para las demarcaciones territoriales.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2018

Artículo Décimo Séptimo.- Se reforman los artículos 1o.; 6o.; 11, primer párrafo; 12, primer párrafo; 13, primer párrafo y sus fracciones I, V, VI, VII y XVII; 14, primer párrafo y las fracciones I, II, IV y VI; 15; 27, fracción I; 29, párrafo segundo, fracción VIII y 80 de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, para quedar como sigue:

……..

Transitorios

Primero.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo.- En tanto entra en vigor la Constitución Política de la Ciudad de México, las disposiciones a las que este Decreto hace referencia a las Legislaturas de las Entidades Federativas se entenderán conferidas a la Asamblea Legislativa del Distrito Federal para el caso de la Ciudad de México.

……..

Ciudad de México, a 23 de noviembre de 2017.- Dip. **Jorge Carlos Ramírez Marín**, Presidente.- Sen. **Ernesto Cordero Arroyo**, Presidente.- Dip. **Andrés Fernández del Valle Laisequilla**, Secretario.- Sen. **Juan G. Flores Ramírez**, Secretario.- Rúbricas.**"**

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, a ocho de enero de dos mil dieciocho.- **Enrique Peña Nieto**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Miguel Ángel Osorio Chong**.- Rúbrica.

SUMMARY AND OUTCOMES OF THE TRILATERAL MEETING CHINA/UNITED STATES/MEXICO ON THE COMBAT AGAINST ILLEGAL TRAFFIC OF TOTOABA FISH (*Totoaba Macdonaldi*)

AUGUST 23-25, ENSENADA, MEXICO

Totoaba is a Mexican endemic fish that has been facing threats including illegal fishing, trafficking and consumption for a long period of time.

Combating illegal fishing and trafficking will enhance both conservation of Totoaba and Vaquita.

Totoaba trafficking is carried out through several routes, including across the U.S./Mexico border to Asia.

It is necessary to increase the training of Customs Officials, who are the first responders to prevent trafficking. They should have the necessary tools to identify this species.

Crossborder collaboration has already resulted in the apprehension of traffickers and confiscation of Totoaba swim bladders.

Cooperation among the three countries is needed, from the supply source, transportation route, and to the ultimate consumer market.

The Chinese Government presented efforts to amend its laws in order to conserve wildlife and the measures that have been taken to avoid the trafficking and illegal consumption of wildlife species.

China presented its work to carry out operations on the inspection of the key markets, enhance capacity building of law enforcement and raise awareness of this internationally protected endangered species and its illegal consumption, and the consequences for those who may traffic or illegally consume such species.

The United States presented its efforts as a transit nation to combat this illegal trade.

Cooperation between the Governments of the USA and China to identify and stop the traffic of endangered or protected species such as the Totoaba and the Sea Turtles through the U.S./China Strategic and Economic Dialogue was also noted.

The Mexican Government presented actions within the Comprehensive Strategy for the protection of the Vaquita porpoise and the framework of the Comprehensive Attention Program of the Upper Gulf of California were presented as are the permanent fishing ban in the area of the Upper Gulf of California, the change of national laws to increase the penalties to anyone who may capture or transport Totoaba or any protected wildlife species.

The Vaquita CPR program was presented by Mexico, with the purpose of placing Vaquitas in captive breeding facilities.

The three countries agreed in principle on the following:

I. Combined efforts are essential for the preservation of marine species, especially the Totoaba and Vaquita.
II. The illegal capture, traffic and consumption of Totoaba is one of the threats that puts the Vaquita porpoise at risk of extinction.
III. Cooperation among the three countries is needed to identify the networks and modus operandi of traffickers with the purpose of establishing actions to dismantle them.

IV. Points of contact for information exchange for investigative and operational purposes are needed for all three countries.
V. It is important to share information on enforcement and legal frameworks to better understand how investigations and prosecutions are conducted and can be supported.

AGREEMENTS

I. To create a trilateral enforcement contact group to combat trafficking of Totoaba to strengthen cooperation and coordination of investigations, with terms of reference to be developed.
II. To consider formalizing international collaboration, through the adoption of a specific instrument of cooperation.
III. To establish ongoing comprehensive training programs for the identification of the species, traffic routes and modus operandi in the three countries.
IV. To develop trilateral education and public awareness strategies.
V. To carry out joint international operations against Totoaba trafficking, where appropriate.
VI. To collaborate actively in various relevant international agreements to stop Totoaba trafficking.
VII. To designate a point of contact to follow up on these agreements.
VIII. These agreements should be implemented immediately as a matter of urgency.

CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES
OF WILD FAUNA AND FLORA

Sixty-ninth meeting of the Standing Committee
Geneva (Switzerland), 27 November -1 December 2017

Species specific matters

IMPLEMENTATION OF DECISIONS 17.145 TO 151 ON TOTOABA (*TOTOABA MACDONALDI*)

1. This document has been submitted by Mexico, China and the United States.*

Background

2. At the 17th meeting of the Conference of the Parties, Mexico presented document CoP17 Doc. 74 on "Totoaba –*Totoaba macdonaldi*: Opportunities for international collaboration within the CITES framework". The document provided extensive background on the critically endangered totoaba (*T. macdonaldi*) and vaquita porpoise (*Phocoena sinus*), both of which are listed in CITES Appendix I and endemic to the Upper Gulf of California (Mexico). Document CoP17 Doc. 74 described at length:

   a) The issues affecting these species.

   b) The measures taken by Mexico to address these issues, including efforts to strengthen law enforcement, management and conservation, and increased international collaboration (including progress achieved at the 66th meeting of the Standing Committee, Geneva 2016).

   Mexico recommended that the CoP take note of the measures taken to address the poaching of and illegal trade in totoaba, and to adopt the draft Decisions included in the Annex to document CoP17 Doc. 74 (Rev. 1).

3. After considering the recommendations of document CoP17 Doc. 74, the Conference of the Parties adopted by consensus Decisions 17.145 to 17.151 on Totoaba, which read:

Decision	Mandate
17.145	**Directed to Parties** Parties acknowledge that Mexico, the United States of America and China are committed to collaborating and contributing towards the conservation of totoaba, and urge other Parties to join them in this effort.
17.146	**Directed to range, transit or consumer States of totoaba** Parties should intercept illegal shipments, and as appropriate and to the extent possible, share information on such illegal catch and illegal trade, with the Secretariat, as well as CITES authorities of relevant Parties.

---

* *The geographical designations employed in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the CITES Secretariat (or the United Nations Environment Programme) concerning the legal status of any country, territory, or area, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The responsibility for the contents of the document rests exclusively with its author.*

Decision	Mandate
17.147	**Directed to range, transit or consumer states of totoaba** Parties should engage in awareness raising activities about the endangerment of totoaba and its grave implications for vaquita (*Phocoena sinus*, an endangered species threatened with extinction and listed under Appendix I), eliminate supply of and demand for totoaba, and increase law enforcement measures to prevent and address illegal fishing and trade.
17.148	**Directed to range, transit or consumer states of tototaba** Parties shall submit to the Secretariat information to be made available to the 69th and 70th meetings of the Standing Committee on the number and quantity of seizures of illegal totoaba products, arrests of those engaged in the illegal fishing and trade, results of any prosecutors, and actions taken to implement these decisions.
17.149	**Directed to the Secretariat** Subject to availability of external resources and in consultation with relevant organizations [i.e. the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the International Union for Conservation of Nature (IUCN), etc.] as well as the range State, the Secretariat shall commission a report, to be submitted to the Standing Committee, on the current status of totoaba and vaquita, and ongoing conservation efforts, information on illegal trade and markets, and recommendations to guarantee the recovery of totoaba and vaquita and combat illegal trade.
17.150	**Directed to Standing Committee** The Standing Committee shall evaluate the data and information submitted by Parties at its 69th and 70th meetings and make recommendations for any additional actions.
17.151	**Directed to Parties and other relevant stakeholders** Parties and other relevant stakeholders are urged to support efforts to stop illegal fishing, trafficking, and support activities benefiting the recovery of wild populations of totoaba.

Progress achieved in the implementation of Decisions 17.145 to 17.151

4. Through Notification 2017/043, the Secretariat requested Parties to report on Decision 17.148 by 31 July 2017. The Secretariat's report on Parties' responses are included in the Secretariat's SC69 document on totoaba.

5. In addition to Mexico's response to Notification 2017/043, on August 22nd Mexico published a new Emergency Mexican Official Standard NOM-EM-169-SEMARNAT-2017, which establishes the marking requirements for specimens, parts and derivatives of totoaba sourced from wildlife Management Units (UMA): http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494562&fecha=22/08/2017

6. Mexico hosted a Trilateral meeting with China and the United States on "Combating Illegal Trafficking of Totoaba (*Totoaba macdonaldi*) Fish" during August 23-25, 2017, in Ensenada (Mexico).

   6.1 The meeting was attended by over 40 representatives, including State Secretariats and Ministers, Chinese, Mexican and United States CITES Authorities, the CITES Secretariat, other agencies from the Environmental, Fisheries, Customs, Markets, and International Affairs Sectors, and representatives from UNESCO and IUCN.

   6.2 The meeting's objective was to exchange strategies, practices, experiences and specialized knowledge in order to establish effective tri-national cooperation in the fight against the illegal harvest and trade of, and demand for, totoaba.

   6.3 Among the experiences and progress shared by the three countries were:

      a) The Chinese Government presented efforts to amend its laws in order to conserve wildlife and the measures that have been taken to avoid the illegal trafficking and consumption of wildlife. Specifically, China presented its efforts related to: implementation of inspection operations in key markets; enhancement of capacity building of law enforcement, awareness raising on the critical situation of the totoaba, and the consequences of illegal totoaba trade.

b) The United States, as a transit nation for totoaba trade, presented its efforts in combating totoaba trafficking by detailing U.S. border inspections, seizures, arrests, and criminal case outcomes since 2013.

c) Mexico presented actions implemented within the framework of the “Comprehensive Strategy for the protection of the vaquita porpoise” and the “Comprehensive Attention Program of the Upper Gulf of California”, and updates on the national legal framework aimed to increase penalties for anyone who may illegally capture or transport totoaba. Furthermore, Mexico presented the Vaquita CPR program, intended to place some vaquitas in captive-breeding facilities until complete elimination of gillnets in their natural habitat is accomplished, and for their future reintroduction to the wild.

d) The three countries acknowledged that: combined efforts are essential for the preservation of marine species, especially the totoaba and vaquita; the illegal harvest and trafficking of totoaba is one of the threats that put the vaquita at risk of extinction; and, that there is an urgent need to identify the networks and modus operandi of traffickers.

6.4 Based on the above, Mexico, China and the United States achieved the following agreements:

a) Create a trilateral enforcement contact group to combat trafficking of totoaba to strengthen cooperation and coordination of investigations, with terms of reference to be developed.

b) Consider formalizing international collaboration, through the adoption of a specific instrument of cooperation.

c) Establish ongoing comprehensive training programs for the identification of the species, traffic routes and modus operandi in the three countries.

d) Develop trilateral education and public awareness strategies.

e) Carry out joint international operations against totoaba trafficking, where appropriate.

f) To collaborate actively in various relevant international agreements to stop totoaba trafficking.

g) Designate a point of contact to follow up on these agreements.

h) Given the urgency of the situation, these agreements are to be implemented immediately.

7. On 4 September, within the framework of the Dialogue Between Emerging Market Economies and Developing Countries (Xiamen, China), President Enrique Peña Nieto (Mexico) thanked President Xi Jinping (China) for China’s support in tackling illegal totoaba trade; furthermore, both Heads of State reiterated their commitment toward the conservation of endangered species, in particular vaquita.

Recommendations to the Standing Committee

8. The Standing Committee may wish to:

8.1 Take note of the progress achieved by Mexico, China and the United States in the implementation of Decisions 17.145 to 17.151.

8.2 Provide advice to further support the effective implementation of Decisions 17.145 to 17.151 during the intersessional period until SC70 (October 2018; Sochi).

8.3 Furthermore, regarding Decision 17.149 -which calls for a study to be developed by CITES Secretariat in collaboration with relevant organizations such as FAO, and IUCN-, the Standing Committee shall encourage Parties and the wider CITES community to provide support for its full implementation.

Trilateral Meeting Mexico-China-United States on the subject of the Mexican World Heritage Site of the "Islands and Protected Areas of the Gulf of California"
Tuesday, January 23rd, 2018, Room Benito Juárez, 1st floor
Ministry of Foreign Affairs

MINUTE

In accordance to operative paragraph 9 of Decision 341 COM 7B.15 of the World Heritage Committee of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) on the World Heritage Site "Islands and Protected Areas of the Gulf of California" and upon request of Eng. Rafael Pacchiano Almán, Secretary of Environment and Natural Resources, on January 23rd, 2018, a trilateral meeting between Mexico – China – United States was held in order follow-up on the strengthening of our cooperation to combat the illicit trafficking of totoaba.

The meeting was co-chaired by Eng. Rafael Pacchiano Almán and Amb. Miguel Ruiz Cabañas Izquierdo, Undersecretary for Multilateral Affairs and Human Rights. The Amb. of the People's Republic of China in Mexico and the Deputy Chief of Mission of the United States Embassy in Mexico, as well as other representatives from both embassies were also present.

In addition, there were representatives of Mexico's: Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT), the Navy (SEMAR), Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (SAGARPA), Attorney General's Office (PGR), National Commission of Natural Protected Areas (CONANP), Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA), Federal Fisheries Commission (CONAPESCA), National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), National Commission for Security (CNS), the Mexican Commissioner of the International Whaling Commission, and the Directorate General for North America, for Asia-Pacific and for Global Issues of the Ministry of Foreign Affairs.

Once the participants had introduced themselves, Undersecretary Ruiz Cabañas highlighted the active participation of all the Mexican institutions that are cooperating in the efforts to preserve the World Heritage Site "Islands and Protected Areas of the Gulf of California". Furthermore, he indicated that the purpose of the meeting was to follow-up on the trilateral cooperation of the countries in regards to the protection of two endangered species: the vaquita porpoise and the totoaba.

He recalled that in response to the recommendation of UNESCO's World Heritage Committee (WHC) to foster cooperation with other countries, within the framework of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), to stop the illegal trafficking of totoaba bladder, on August 2017, Mexico hosted a trilateral meeting in Ensenada, Baja California, where collaboration agreements, with specific tasks to combat the illicit traffic of totoaba bladder, were reached. Furthermore, he referenced the dialogue that took place during the 69th meeting of CITES Standing Committee, where the three countries presented a joint document with the advances made on the subject matter, in compliance with the Decisions of the 17th meeting of the Conference of the Parties to CITES (South Africa, sep/oct2016).

Eng. Rafael Pacchiano Alamán, referred to the serious situation of the vaquita porpoise population due to the illegal trafficking of totoaba bladder. He emphasized all the efforts taken so far, and made a proposal for all three countries to evaluate the possibility of promoting a legal market of totoaba through aquaculture as a long term solution, and a way to support the fishing community. He shared

that there is already capability to finance three sites for totoaba production. The goal would be to establish a formal process to open a legal market by the end of the year.

The representative of PGR informed that it is now possible to prosecute the traffic of totoaba as organized crime. He specified that there needs to be closer communication between the countries to assign liaisons, in order to handle the problem outside of our country, through the exchange of information, particularly with China. He announced that to date there are 12 persons being processed and there has been 21 guilty verdicts. He also requested information on the most recent seizure of totoaba in Hong Kong, while emphasizing the need to have specific liaisons in each country. Finally, he underscored the importance of providing trainings on how to identify totoaba and its derivatives.

The representative of PROFEPA, highlighted the talks in Ensenada, where there was a request to promote investigations. He suggested to have a follow-up meeting that could take place in China or the United States. The General Director of Wildlife thanked the United States and China for their collaboration and support to continue the efforts within the framework of CITES.

Keeping track of the meeting, Amb. Miguel Ruiz Cabañas Izquierdo listed the following proposals:

1. Form a trilateral Working Group to analyze instruments in order to eventually create a legal market of totoaba that includes a traceability mechanism of products that would provide certainty of their legal origin.
2. Establish focal points or liaisons from China and the United States to collaborate with the PGR in the exchange of information on illegal trafficking of totoaba.
3. Organize a follow-up gathering of the trilateral meeting in Ensenada, Baja California (August 2017) that could take place in China or the United States.

The Commissioner of CONAPESCA informed that they have spent a large amount of resources to cease fishing activities to preserve the species, and explained the need to adopt a traceability mechanism that gives certainty to the legal origin of fishing-related products.

Qiu Xiaoqi, Ambassador of the People's Republic of China, recognized the efforts of the Mexican Government to preserve the environment, as well as the progress that the three countries have made since the meeting in Ensenada, which marked the first step of cooperation and coordination. He expressed the interest of his Government to combat illegal fishing of totaba, saying his Government considers that in order to protect the totoaba it is necessary to apply the law where the problem originates. In regards to the proposals presented, he will send them to the corresponding authorities in Pekin in order to study in detail their viability, before being able to give an answer to the Government of Mexico.

William H. Duncan, Deputy Chief of the U.S. Embassy in Mexico, also recognized the efforts made by Mexico in environmental protection, indicating that they have been following the trilateral cooperation through the liaison of Fishing and Wildlife Services in our country. He thought the proposal to create a legal market was an interesting idea and would send the proposals to DC to be considered.

Amb. Miguel Ruiz Cabañas Izquierdo thanked the Embassies of China and the United States for their participation in this meeting, and their cooperation in the efforts to preserve the totoaba and vaquita porpoise.

Agreements:

SEMARNAT will prepare an informative note on the legal market proposal that will be supplemented with the contributions of CONAPESCA to ensure the traceability of the products and provide certainty of their legal origin.

SRE will share with both embassies Mexico's report to UNESCO's World Heritage Committee, which references the trilateral cooperation within CITES framework.

SEMARNAT will create an executive note on the efforts made by the Mexican Government to protect the vaquita porpoise and totoaba.

Memorandum of Understanding ("MOU") between the Government of the United Mexican States, the Leonardo DiCaprio Foundation and the Carlos Slim Foundation

(individually referred to hereafter as "Participant" and collectively as the "Participants")

Section I – Preamble

WHEREAS the Government of the United Mexican States ("Mexico"), particularly the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT), the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Alimentation (SAGARPA), the Ministry of the Navy (SEMAR), the Leonardo DiCaprio Foundation, and the Carlos Slim Foundation have a common interest in the conservation of Mexico's marine resources;

WHEREAS the Participants are aware of the importance of ecosystems and of the sustainable use of the marine resources for their economic, environmental, cultural, and historical benefits, and acknowledge the urgency of a collaborative effort to preserve endangered species, specifically the vaquita (*Phocoena sinus*);

WHEREAS the population and communities of the area known as the upper Gulf of California have lived off fisheries as this is the natural proclivity of this area;

WHEREAS the vaquita is a marine mammal located in the upper Gulf of California threatened with extinction due to habitat loss, illegal fishing (especially for the totoaba), and the transnational illegal wildlife trade;

WHEREAS on June 10 1993, the President of the United Mexican States issued a Decree establishing the Gulf of California and the Colorado River Delta, located in the waters of the Gulf of California and the municipalities of Mexicali in the State of Baja California and of Puerto Peñasco and San Luis Río Colorado in the State of Sonora, as a natural protected area under the Biosphere Reserve category;

WHEREAS on July 14 2015 the World Heritage Committee of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) inscribed the Golf of California Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California and the Colorado River Delta as Common Heritage of Mankind;

WHEREAS a temporary ban on the use of gillnets in fisheries participating in the habitat of the vaquita in the upper Gulf of California has been in effect since 2015, providing financial compensation to affected fishermen, and creating an Interinstitutional Operative Committee, under the leadership of SEMAR, in order to combat illegal fishing and illegal wildlife trade;

WHEREAS on July 22 2016, the Governments of Mexico and of the United States of America committed to increased bilateral cooperation to protect the vaquita through the following actions: 1) a permanent ban on the use of gillnets in all fisheries within the range of the vaquita; 2) increasing enforcement efforts to halt the illegal fishing and trade in totoaba swim bladders; 3) developing alternative fishing gears that do not affect the vaquita; and 4) removing and disposing of illegal and derelict fishing gear from vaquita habitat;

WHEREAS the Leonardo DiCaprio Foundation ("LDF") is a non-profit corporation in the United States of America dedicated to the long-term health and wellbeing of all Earth's inhabitants. In its role, LDF supports innovative projects that protect vulnerable wildlife from extinction while restoring balance to threatened ecosystems and communities through strategic partnerships;

WHEREAS the Carlos Slim Foundation is a non-profit corporation in Mexico that focuses on developing programs for the most vulnerable populations and supporting the conservation of iconic species of Mexico through strategic partnerships and fundraising;

WHEREAS the Participants acknowledge their will to entering this MOU in furtherance of a continuing and cooperative relationship to conserve the remaining vaquita population.

NOW THEREFORE, this MOU sets out the understanding of the Participants as follows:

Section II – Objectives of the MOU

1) Support the transition from a temporary ban on the use of gillnets that interact with the vaquita to a permanent ban covering all fisheries throughout the range of the vaquita in the upper Gulf of California.

2) Contribute to capacity building in order to enhance law enforcement to prevent the illegal use of gillnets, for purposes of which, within thirty (3) days of entering into this MOU, the following actions should be adopted:

    a. Outlining and implementing a plan describing methods for enhancing law enforcement and increasing prosecution of totoaba poaching.

    b. Prohibiting night time fishing activity in the upper Gulf of California by formally incorporating this prohibition in a proper regulation.

    c. Limiting and enforcing entry and exit points for sailing, docking, loading and unloading of all fishing vessels through certified inspectors.

    d. Contributing to the establishment and financing of vessel monitoring systems for all vessels operating within the range of the vaquita.

3) Invest in and implement a long-term program to remove and dispose of illegal and derelict fishing gear from vaquita habitat in the upper Gulf of California.

4) Establish a task force with the goal of developing and implementing a sustainable communities plan for the Golfo de Santa Clara and San Felipe that effectively engages local communities to design a future that promotes community and sustainable development efforts, including a transition to sustainable and profitable fishing practices.

5) Accelerate and streamline efforts to develop alternative, effective and cost-effective fishing gear that does not interact with the vaquita, in order to promote "vaquita-safe" fisheries.

6) Provide sanctuary to the remaining vaquita, which may include the creation of a captive breeding program in sea-based pens.

7) Establish an international expert advisory committee to provide input on achieving the objective of this MOU and help ensure positive outcomes that contribute to the elimination of the threats to the existence of the vaquita.

Section III – Operational Guidelines to Conduct this MOU

1) The Participants will, in consultation with local producers, form a working group to conduct the activities under this MOU. Within 30 days of entering into this MOU, each Participant will prepare a draft strategy outlining its contributions to the objectives described herein, including financing strategies for its implementation.

2) To the extent that Mexico determines that a captive breeding program is necessary, the Participants will assess funding requirements. The Participants will make a determination within 30 days of entering this MOU regarding the feasibility of financing such a program.

Section IV – Legal Nature

This MOU does not intend to create binding obligations or rights for the Participants under International Law, constituting only the Participant's intention to cooperate for the attainment of the objective of this MOU, within their human, material and financing possibilities.

Section V – Consultations

The Participants will strive to consult each other regarding any matter in connection with the application or interpretation of this MOU.

Section VI – Term, Termination, and Amendments

1) This MOU is made effective as of the date that the last Participant signs this MOU ("Effective Date").

2) This MOU commences as of the Effective Date and continues for an automatically renewed term of five (5) years, unless earlier terminated in accordance with the provisions hereof.

3) Any amendment to this MOU requires the written consent of all Participants, specifying the date into which such amendments shall enter into force.

4) Any Participant may terminate this MOU for any reason by providing 30 days' prior, written notification to the other Participants.

Section VII – Governing Law

This MOU shall be governed by, and interpreted in accordance with, the laws of Mexico.

Section VIII – Notices

All notices, requests, formal petitions, and other communications required or provided for in this MOU shall be given in writing to a Participant at the address set forth below, or at such other address as each Participant designates in writing, and shall be delivered by hand or reputable overnight courier or via email.

Ministry of the Environment and Natural Resources:
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Avenida Ejército Nacional No. 223
Colonia Anáhuac, Miguel Hidalgo
Ciudad de México, C.P. 11320
México

Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Alimentation
Municipio Libre No. 377
Colonia Santa Cruz Atoyac, Cuauhtémoc
Ciudad de México, C.P. 03310

Ministry of the Navy
Estado Mayor General de la Armada
Avenida Heroica Escuela Naval Militar No. 861
Colonia Los Cipreses, Coyoacán
Ciudad de México, C.P. 04830
México

Leonardo DiCaprio Foundation
9800 Wilshire Blvd,
Beverly Hills, CA 90212

Carlos Slim Foundation
Lago Zurich No. 245, Edificio Presa Falcón, Piso 20,
Colonia Granada Ampliación, Miguel Hidalgo,
Ciudad de México, C.P. 11529

Signed in Mexico City on June 7th 2017, in five (5) originals in the English and Spanish languages, being all versions equally authentic.

FOR THE GOVERNMENT OF THE UNITED MEXICAN STATES

Almirante Vidal Francisco Soberón Sáenz
Minister of the Navy

Rafael Pacchiano Alamán
Minister of the Environment and Natural Resources

José Eduardo Calzada Rovirosa
Minister of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Alimentation

FOR THE LEONARDO DI CAPRIO FOUNDATION



Leonardo DiCaprio

FOR THE CARLOS SLIM FOUNDATION



Carlos Slim Helú

MARINE MAMMAL SCIENCE, 15(4):974–989 (October 1999)
© 1999 by the Society for Marine Mammalogy

RISK FACTORS AFFECTING THE VAQUITA *(PHOCOENA SINUS)*[1]

LORENZO ROJAS-BRACHO

Facultad de Ciencias Marinas,
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)/
Programa Nacional de Mamíferos Marinos,
Instituto Nacional de la Pesca (INP),
Km 103 Carretera Tijuana-Ensenda,
Ensenada 22800, Baja California, Mexico
and
Southwest Fisheries Science Center, P. O. Box 271,
La Jolla, California 92038-0271, U.S.A.
E-mail: lrojas@ucsd.edu

BARBARA L. TAYLOR

Southwest Fisheries Science Center,
P. O. Box 271, La Jolla, California 92038-0271, U.S.A.

ABSTRACT

Despite the vaquita being commonly cited as one of the most endangered marine mammals in the world, there is still disagreement over which factors put the species at greatest risk of extinction. This lack of agreement hinders management decisions needed to reduce the risk to the species. To expedite decision-making we consider four major risk factors. Habitat alteration from reduced flow of the Colorado River does not currently appear to be a risk factor because productivity remains high in vaquita habitat. Pollutant loads are low and pose low to no risk. Reduced fitness from inbreeding depression

[1] Although we never enjoyed the privilege of working with Ken Norris, it is hard to imagine a marine mammalogist who has not been influenced by his work directly or indirectly. His influence is especially strong for those of us working with the vaquita. In 1958 mammalogists world-wide were able to read the description of a new species of porpoise from the Gulf of California (Norris and McFarland, 1958). Ken not only described it, from incomplete specimens, but also made clear that this new species was related to Burmeister's porpoise in South American waters more than to its closest geographical neighbor, the harbor porpoise in Californian waters. Many years later, 36 to be exact, Rosel *et al.* (1995) confirmed Ken's hypothesis using the most advanced molecular techniques. In this same paper Norris and McFarland hypothesized that speciation occurred through isolation in the Upper Gulf of California. These views are still accepted today. These examples illustrate Ken Norris' extraordinary understanding of natural history and biological processes. Ken kept his interest in vaquita biology and conservation his entire life and published other papers about the species. To the pioneer that Ken Norris was in the conservation of marine mammals, particularly in the case of the vaquita, we dedicate this paper about the conservation of this endemic porpoise from the Upper Gulf of California.

and loss of genetic variability are unlikely to pose high risk currently, though risk will increase if vaquitas remain at low abundance over long periods of time. Mortality resulting from fisheries bycatch poses high risk. Thus, short term management should not be hindered by uncertainty in estimating the risk of these factors, and primary conservation efforts should be directed towards immediate elimination of incidental fishery mortality.

Key words: risk factors, vaquita, *Phocoena sinus,* bycatch, pollution, inbreeding depression, productivity.

Vaquitas are vulnerable to extinction because they are naturally rare and have a very limited distribution with a single population. They were only recently scientifically described (Norris and McFarland 1958). In subsequent years little has been learned about their basic life history because they are difficult to find and study in the wild. Their limited distribution is demonstrated by sightings made in a 1993 survey that systematically covered the entire Gulf of California (Fig. 1, Gerrodette *et al.* 1995). Brownell (1986) evaluated all reported sightings and concluded that all confirmed sightings were within the northern Gulf in approximately the area shown in the inset of Figure 1. Vaquitas have been considered endangered by several authors (Barlow 1986, Perrin 1989, Silber 1990, Vidal 1995). Accordingly, the vaquita is one of only two marine cetaceans classified as Critically Endangered by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Red List of Threatened Animals 1996), and is listed as an endangered species in Appendix I of the Convention on International Trade in Endangered Species in 1979, the U.S. Endangered Species Act in 1985, and the Mexican list of rare and endangered vertebrate species (Diario Oficial de la Federación 1994). The most recent abundance estimate (1997) is 567 animals, with a 95% confidence interval from 177 to 1,073 (Jaramillo-Legorreta *et al.,* this issue). Further work is being done to estimate trends in abundance using these new data; however, a previous study estimated a decline of 17.7%/yr (95% CI = −43.2%, 19.3%, Barlow *et al.* 1997). To assist in management decisions required for the recovery of vaquitas, we review available data for each of four risk factors and consider what management actions are appropriate for each factor and whether further data will be likely to alter management decisions.

Habitat Alteration in the Gulf of California

Water flow into the Upper Gulf of California (see inset Fig. 1) from the Colorado River has been greatly reduced by diversion for agricultural purposes and human consumption since the early 1940s (Brownell 1982). Villa-Ramírez (1993) and Fleischer (1996) asserted that this drastic change in the environment is the major cause of decline of vaquitas by assuming reduced nutrients previously contributed by the Colorado River lead to a reduced carrying capacity. The primary question is whether the productivity of the northern Gulf of California has been significantly reduced since the 1940s.

There are no direct data on productivity prior to reduction of the Colorado

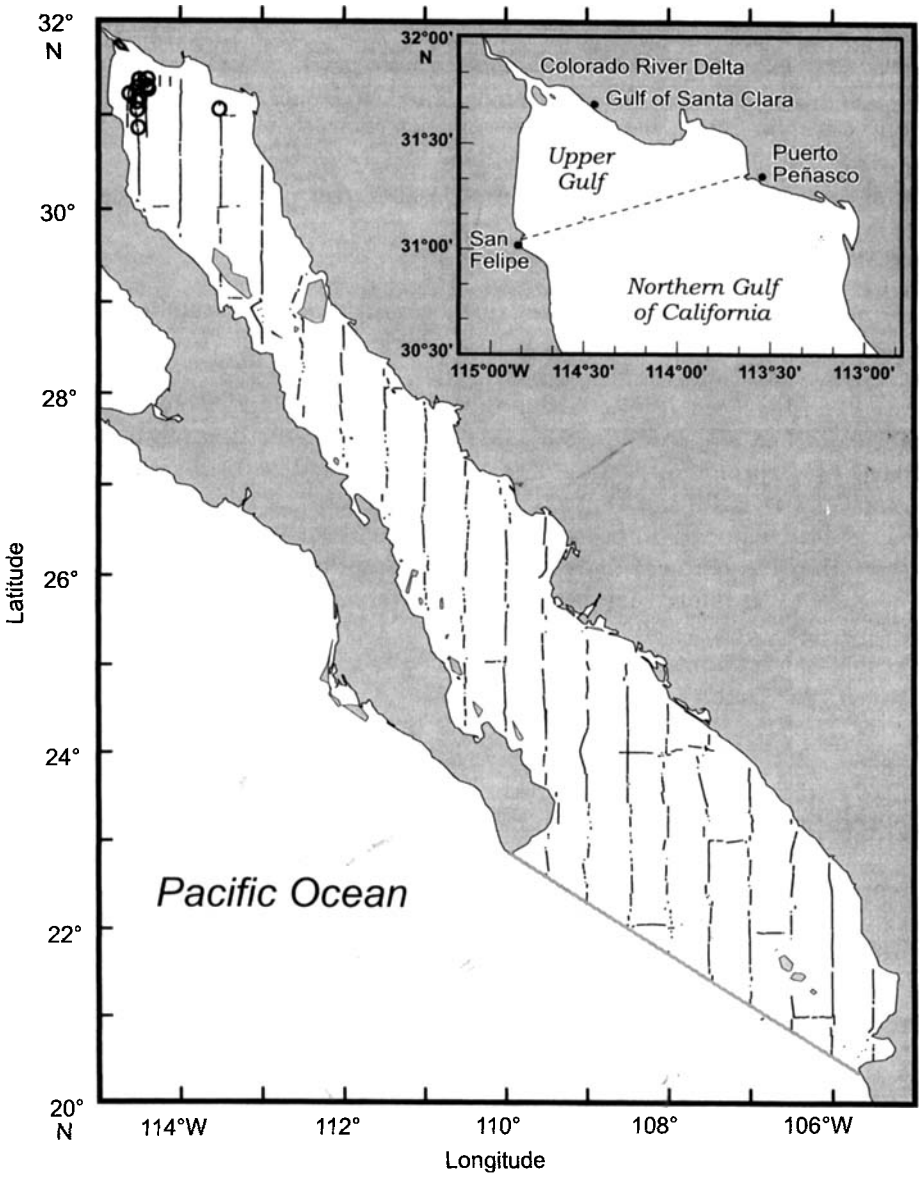


Figure 1. Map of Gulf of California with lines indicating vessel track-lines from 1993 survey (Gerrodette *et al.* 1995) and circles indicating vaquita sightings. Inset shows area within which all known vaquita sightings verified (Brownell 1986). Dashed line in inset is reserve boundary.

River flow. Therefore, we summarize Alvarez-Borrego's (1992) review and consider the evidence on whether the current level of productivity is low and whether this level of productivity is likely to be sustained. Using satellite imagery from the period from 1978 to 1986, Santamaria-del-Angel *et al.*

(1994) described the Upper Gulf as a region characterized by strong tidal mixing, high turbidity, and high nutrient concentrations especially in the northernmost part. Cupul-Magaña (1994) and Hernández-Ayón *et al.* (1993) using data since 1989 reported higher nutrient concentrations (NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, SiO_2) in the Colorado River Delta than reported for most estuarine and non-estuarine environments. Higher than average nutrients were also reported for the Upper Gulf (Nieto García 1998). Nutrient concentrations were high throughout the year. Very high concentrations both of chlorophyll-*a* (Alvarez-Borrego 1992, Millán-Nuñez 1992) and phytoplankton have been reported for upwelling areas in the Gulf (Zeitzschel 1969). Rates of primary productivity are about two to three times greater in the northern Gulf than rates in the open Atlantic or the open Pacific at similar latitudes (Zeitzschel 1969). Zooplankton biomass values are within the range reported in the literature for oceanic and estuarine waters (Farfán and Alvarez-Borrego 1992) with highest concentrations at the Colorado River delta. Zooplankton volumes (Cummings 1977) exceeded by a factor of two the values reported by Cushing (1969 in Cummings *op. cit.*) for upwelling regions such as Costa Rica or Peru.

Where do these nutrients originate? The great fertility of the northern Gulf has long been explained through oceanographic processes such as the exposure of nutrients to the surface through strong tidal mixing, convection processes due to cooling in the winter months and continuous upwelling throughout the year (Svedrup 1941 in Roden 1964, Cummings 1977, Alvarez-Borrego 1983, Alvarez-Borrego and Lara-Lara 1991). The relatively shallow (up to 200 m) northern Gulf of California is separated from the deeper southern Gulf (ranging to 3,000 m) by a series of islands that form a "waist" in terms of tidal flow (Roden and Emilsson 1979). Intense forcing by tides, winds, solar heating, and interaction with the open Pacific Ocean creates vigorous circulation in the Gulf (Alvarez-Borrego and Lara-Lara 1991). According to Alvarez-Borrego and Lara-Lara (1991) and Alvarez-Borrego (1983) it is all these processes that interact to make these waters such a fertile coastal oceanic system.

However, beyond these oceanographic explanations, in which input from the Colorado River plays a minor role, several other hypotheses have been proposed to help explain the fertility of the Upper Gulf. Hernández-Ayón *et al.* (1993) proposed that the nutrient input, specifically nitrate, could come from groundwater input from channels in the river delta. A second explanation for the high productivity involves continuing input from the Colorado River, not from direct flow but from erosion of accumulated nutrients in the delta. Cupul-Magaña (1994) has suggested that the reduction of freshwater flow decreased the supply of silt. During the formation of the delta large amounts of nutrients could have been trapped in interstitial water. Tidal currents (Glenn *et al.* 1996) continuously erode delta sediments. As the delta erodes the nutrients could be liberated into the water column (Cupul-Magaña 1994) thus acting as a source of nutrients even without the flow of the river. Because new silts are not deposited, the erosion causes a net loss which eventually could result in exhaustion of this nutrient source.

If productivity is primarily from large-scale oceanographic processes, then

no management actions to increase productivity are required because such oceanographic processes are not known to have changed. On the other hand, if productivity primarily originates from previously deposited delta nutrients, future actions may be needed to maintain the health of the ecosystem. Regardless, neither scenario yields evidence that current productivity levels pose a risk for vaquitas. Analysis of the stomach contents of 34 gillnet-caught specimens show that vaquitas are opportunistic feeders[2] (Pérez-Cortés 1996) like the harbor porpoise (*Phocoena phocoena,* Gaskin 1982). Thus, vaquitas are unlikely to be strongly affected by the decline of species dependent on freshwater input. None of the vaquitas taken from gillnets showed signs of emaciation, including mothers, calves and sub-adults, which are most likely to be stressed when food is limited. Because current productivity is high, we conclude that habitat alteration resulting from the reduction in Colorado River flow is currently a low risk factor, although long-term considerations should encourage research on the origination of nutrients within their critical habitat.

Pollutants

Because certain pollutants may compromise reproductive function and survival rates in marine mammals, there is potential risk presented by those chemicals that are commonly used in agricultural regions near the northern Gulf of California (the Imperial Valley, U.S.A. and the adjacent Mexicali Valley, Mexico) (Brownell 1982). In aquatic habitats in both areas, levels of DDT and other organochlorine pesticides exceed the high-concentration criterion (5 mg/g wet tissue) for fish (see Gutierrez-Galindo *et al.* 1988*b*) and clams (Guardado-Puentes 1976). Accordingly Guardado-Puentes (1976) suggested that the Mexicali Valley could be an important source of organochloride pollution for the northern Gulf of California.

Marine mammals are long-lived and occupy a high trophic level; consequently many populations show high concentrations of organic pollutants (Colborn and Smolen 1996) including harbor porpoises (Barlow 1986). Otterlind (1976) and Wolff (1982) attributed the reproductive disorders and population decline of harbor porpoise in the Baltic Sea to high PCB concentrations. In Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*) reduction of normal levels of the male sex hormone testosterone have been ascribed to high tissue levels of PCBs and DDE (Subramanian *et al.* 1987). Chlorinated hydrocarbons (DDT, Endrin-dieldrin group, and PCB) have been implicated in reducing reproduction and juvenile survival and as a cancer agent (Gaskin 1982).

In the northern Gulf of California Gutierrez-Galindo *et al.* (1988*a*) reported values for organochlorines 6–10 times lower than the concentrations reported by Guardado-Puentes (1976) for the Mexicali Valley using the same species (*Corbicula fluminea*) as a bioindicator. This decrease reflects a general decrease in the use of these chemicals in the last decade. In the Gulf of Santa Clara,

[2] Personal communication from L. T. Findley, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Apartado Postal 284, Guaymas, Sonora, Mexico.

where vaquitas have been caught, residues of pp'DDE were 6–13 times lower than those reported for total DDT close to Santa Clara (Isla Montague) by Guardado-Puentes (1976). Gutierrez-Galindo *et al.* (1992) reported that the levels of chlorinated hydrocarbons measured in all the region under study are at least ten times below the tolerated limits for human consumption accepted by the United States Food and Drug Administration. Furthermore, they did not exceed the action levels for chlordane proposed by the National Academy of Science that constitute danger to the environment. Low levels of organochlorine residues were also found in birds from the northern Gulf (Mora and Anderson 1991), which agrees with low levels in tissues of several vaquitas. Calambokidis (1988) reported maximum values for total DDT and PCBs of 9.1 ppm and 0.02 ppm, respectively. V. Camacho[3] found DDE with a concentration of 1 ppm in vaquita tissue. These values contrast with those reported by Otterlind (1976) for harbor porpoise of 130 ppm (DDT, most of which is DDE) and 126 ppm (PCBs), which he suggested caused the decline of this species in Swedish waters (Teilmann and Lowry 1996). Calambokidis (1988) concluded that the ratio of DDE to total DDT indicates that the source of DDT is not from recent applications of this pesticide, which agrees with what Gutierrez-Galindo *et al.* (1988*a, b*) reported for *Chione californiensis* and *Modiolus capax* in the Upper Gulf. Therefore, available data do not currently indicate hydrocarbon pesticides or PCBs are a threat to the survival of the remaining vaquita population. Thus, because other pollutants are less likely to compromise reproduction and mortality of marine mammals, pollutants currently present no risk to vaquitas.

Inbreeding Depression

Recent evidence for the lack of genetic variability among 43 vaquitas in the hypervariable region of mitochondrial DNA (Rosel and Rojas-Bracho, this issue) together with morphological abnormalities (Ortega-Ortiz 1993, Torre-Cosio 1995, Hohn *et al.* 1996) has raised doubts concerning the genetic viability of vaquitas. In fact, the question has been raised whether vaquitas are already doomed to extinction because of inbreeding depression. Here, we review what inbreeding and inbreeding depression are and how a species' viability is affected by these factors. We then consider the special case of vaquitas, which differs from most species in that they appear to have persisted as a naturally rare species. We conclude with a discussion of how inbreeding depression could affect the future of vaquitas.

Inbreeding is simply the inheritance of alleles that are identical by descent. The most common understanding of inbreeding is close mating within a family, such as the inheritance of a grandfather's allele which was passed to both his son and daughter who then produced an offspring and received that allele

[3] Personal communication from V. Camacho, Department of Geochemistry, Instituto de Investigaciones Oceanológicas Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California.

from both parents. The same process occurs in very small populations, not necessarily from direct brother-sister matings but because the chance of mating with a related individual increases. A small population has a limited gene pool, so it becomes more likely that an individual will inherit two alleles identical by descent. This effect becomes magnified as the gene pool becomes even smaller, because some alleles may go extinct by random chance (genetic drift).

Inbreeding depression is a reduction in population growth rate caused by the expression of deleterious alleles. We emphasize that inbreeding depression is not a certain outcome of inbreeding. Studies of skeletal material revealed that most vaquitas possess a sixth digit in their pectoral fin (Ortega-Ortiz 1993), some have vertebral abnormalities (Torre-Cosio 1995), and some females have odd calcifications in their ovaries (Hohn *et al.* 1996). It is unknown whether this condition was present in the ancestral form or whether it is an uncommon trait fixed through genetic drift. However, if these conditions do not decrease population growth, then the conditions do not constitute inbreeding depression even if inbreeding may have caused these unusual physical features. For example, two females and one male sika deer (*Cervus nippon*) founded a population now numbering in the thousands in Killarney, Ireland. The males show bilateral asymmetry in antler size and thus display an unusual trait often caused by inbreeding (Hayden *et al.* 1994). The population, however, has grown at a high rate and is not, therefore, displaying inbreeding depression.

The importance of inbreeding depression in determining the survival of naturally small populations has recently been questioned (Lande 1988, Caughley 1994). Inbreeding depression cannot be assumed to be proportional to the mean inbreeding coefficient, because selection can operate to remove deleterious alleles during slow inbreeding such as is experienced by populations that are naturally small. Naturally rare populations have persisted despite inbreeding because it is likely that recessive alleles which cause a serious reduction in fitness will be selected out of the population. Rosel and Rojas-Bracho (this issue) review case studies where species/populations with very low genetic variability appear to be thriving. Studies of captive populations (Ralls *et al.* 1988) reveal high variability in different populations' response to rapid inbreeding ranging from no effect to very high effects. Experiments conducted with mice affirm this variable response and suggest that the history of inbreeding and the chance events determining which genes remain in the population play a major role in the response of a population to further inbreeding (Lacy and Ballou 1998).

All these studies recorded the response to rapid inbreeding. Inbreeding at a slow rate gives selection time to purge deleterious alleles (Lande 1988). Experiments with *Drosophila* (Ehiobu *et al.* 1989) showed evidence that lines inbred over many generations had higher fitness than rapidly inbred lines. Taylor and Rojas-Bracho (this issue) simulated vaquita population dynamics to see whether the current lack of variability in mtDNA was because of historic events or the recent decline. They found in most cases that either a population had already become fixed for one haplotype by 1940 or it retained what var-

iability it had through the period of recent decline. In fact, the simulations affirmed that vaquitas are likely a naturally small population because in the simulations only small populations became fixed for mtDNA by the process genetic drift. Thus, whatever genetic variability existed in 1940 is likely to still be present in the modern population.

Nevertheless, the current abundance of vaquitas is now or will soon be low enough to cause immediate erosion of what genetic variability remains. Using examples of domestic breeding, Franklin (1980) estimated that populations were safe from immediate loss of genetic variability if the effective population size (N_e) >50. Effective population size is a term geneticists use for an ideal population, which meets many assumptions not met in wild populations, such as the ability of every individual to reproduce with an equal chance of breeding with every other individual and no population fluctuations through time. The ratio of the effective abundance to the estimated total abundance has been estimated to range between 1/10 (Frankham 1995) and 1/3 (Nunney 1991, 1993). The current abundance of vaquitas has been estimated to be between 177 and 1,073 (Jaramillo-Legorreta *et al.,* this issue). Thus, the lower limit is in the range where we should worry about the effects of future inbreeding. Taylor and Rojas-Bracho (this issue) address the question of whether further inbreeding will doom vaquitas. They reject this doom hypothesis because some captive mammals have demonstrated no decrease in population growth rate resulting from inbreeding (Ralls and Ballon 1983, Ralls *et al.* 1988). They show that inbreeding depression does not necessarily cause a reduction in growth rate sufficient to halt positive population growth. By using a range of possible demographic parameters for vaquitas together with inbreeding levels found for captive animals (Ralls and Ballou 1983) they were able to conclude that the data required to refine estimated magnitudes for inbreeding depressions for vaquitas were not attainable.

Although vaquitas are probably not genetically doomed now, we cannot afford to be complacent about this risk factor. It appears that, as a naturally rare species, vaquitas already have low genetic variability. Genetic variability provides the ingredients for adaptation to environmental changes and challenges like disease. We have also learned from captive breeding and inbreeding experiments that a species' or population's response to inbreeding is highly variable. Thus, although vaquita are good candidates for a species that could have purged much of its genetic load, we cannot predict with any certainty how they will respond to further inbreeding. Because vaquitas are vulnerable as a result of natural low genetic variability, it is even more important that the species be allowed to recover quickly.

Incidental Fishery Mortality

Like other marine mammals (Perrin *et al.* 1994), vaquitas are easily entangled in gillnets. The highest incidental kills of vaquitas have been in the large-mesh gillnets (15–30.5 cm) used to catch totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (Vidal 1995, Villa-Ramírez 1976, Brownell 1983). Data are sketchy to esti-

mate the historical or current levels of incidental mortality in fishing operations (Barlow 1986). Brownell (1982) mentions a catch of 10 porpoises in one day in the early seventies. He suggests that the annual incidental kill in the upper Gulf for these years was in the range of tens to hundreds. Vidal (1995) tallied 110 vaquitas incidentally killed in gillnets since the early seventies. This figure should be considered minimal since not all entangled vaquitas are reported and monitoring effort has not been continuous. Of these 110 vaquitas, 102 were killed in gillnets, 72 of which died in nets set for totoaba.

The exploitation of totoaba started in the early twenties with spear, hook and line, and then gillnet. By the early forties modern nylon gillnets were in full use (Flanagan and Hendrickson 1976, Ruiz-Durá 1985). A recent summary of the history of this fishery is given by Cisneros-Mata *et al.* (1995). Villa-Ramírez (1976) reports a seaman who mentioned that around 1940, before the introduction of large fishing vessels and outboard motors, vaquitas were seen more frequently. The largest captures of totoaba were before 1956 with peak catches in 1942 (2,261 metric tons). San Felipe, close to some of the highest remaining densities of vaquitas, accounted for 40%–50% of the totoaba yield, followed by Santa Clara and Puerto Peñasco, which are further from current areas of high vaquita density. The fishery declined drastically after 1967 and was closed by the Mexican government in 1975 (Avalos de Haro and Mathews 1973, Flanagan and Hendrickson 1976, Magatagan *et al.* 1984, Ruiz-Durá 1985).

Illegal fishing continues and contributes not only to extinction threats for totoaba but also for vaquitas. Vaquitas also entangle in other gillnets, including nets set for sharks (Brownell 1982, Vidal 1995, D'Agrosa 1995). In fact, they are susceptible to entanglement in shrimp trawls and many different mesh sizes of nets used for different species (see description of D'Agrosa's study below). Although there are no estimates for incidental mortality in shrimp trawls (Norris and Prescott 1961, Brownell 1982, Barlow 1986, Vidal 1995), this mortality source may be significant especially for calves (Vidal *et al.* 1999). All the vaquitas entangled in shrimp trawls between 1985 and 1990 were probably calves or juveniles (Vidal 1995).

Indirect data on vaquita mortality in gillnets are available from an experimental fishery for totoaba, during which 682 sets were observed between 1983 and 1993 (Fleischer 1994). Four vaquitas were killed, resulting in a mortality rate of 0.0058 vaquitas/set. Gerrodette[4] used Fleischer's data to calculate 58 vaquita deaths/year assuming (based on Fleischer's data): (1) a mean catch of 910,000 kg of totoaba per year between 1935 and 1965, (2) the catch rate has remained the same, *i.e.,* the number of totoaba sets/year = 910,000 kg/89.54 kg/set, and (3) 10,000 sets/year. Thus, although catching a vaquita is a rare event, when it is multiplied by the total fishing effort, the total kill becomes significant. In the Mexican Progress Report on Cetacean Research (1996) Fleischer reports a second study in which 632 sets were examined in

[4] Personal communication from Tim Gerrodette, Southwest Fisheries Science Center, P. O. Box 271, La Jolla, CA 92038-0271, U.S.A.

1993 without any vaquita kills. Recall that only four kills were observed in the first decade-long study. Given that vaquita mortality is a very rare event, all mortality estimates should be accompanied by estimates of precision, preferably confidence limits. The probability of observing no mortality for the 632 sets using a mortality rate of 0.0058 is 0.025. It is unclear why these numbers are contradictory but it could be because of the imprecise estimate of mortality rate for both data sets, because such small numbers of sets were observed and mortality is a rare event.

Much more fishing effort was observed in a study specifically designed to estimate the incidental mortality of vaquitas (D'Agrosa 1995). She monitored the fishing effort and mortality of vaquitas between January 1993 and April 1994 in the Gulf of Santa Clara, Sonora. Fishing nets (with mesh size) monitored were: chano (*Micropogonias megalops*), 10–11 cm; chinchorro de linea for shrimp (*Penaeus* spp.), 7 cm; sharks, 15 cm; macarela and sierra (*Scomberomorus* spp.), 7.6 cm (D'Agrosa 1995). Fishing effort was the number of fishing trips per day. The data were analyzed within the Generalized Linear Models framework. Eleven vaquitas died in the 1,113 observed fishing trips. Vaquitas were entangled in gillnets with mesh size that varied from 7 cm to 15 cm. Data were separated into two categories: those obtained (1) only by onboard observers and (2) those combined from both interviews with fishermen and reports from onboard observers. The estimated mortality for the first category was 84 vaquitas/year (95% CI: 14, 155) and for the latter 39 (95% CI: 14, 93).

It is highly unlikely that current mortality levels can be sustained. For example, if we consider the most optimistic scenario and use the lowest mortality estimate from only a single village and the current best abundance estimate, we get a human-caused mortality rate of 0.07 (39/567). To sustain such a mortality rate, vaquitas would need a high population growth rate. Because demographic data for vaquitas are poor, we cannot estimate their maximum growth rate, but we can examine rates for other cetaceans. Comparative population growth rate estimates are: 0.025–0.029 for killer whales (*Orcinus orca*) (Olesiuk *et al.* 1990, Brault and Caswell 1993), 0.02 for spinner dolphins (*Stenella longirostris orientales*) (Wade 1994), 0.04 for spotted dolphins (*Stenella attenuata*) (Wade 1994), 0.07 for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) (Barlow and Clapham 1997) and 0.03 for gray whales (*Eschrichtius robustus*) (Buckland *et al.* 1993). Because it is unlikely that any of these cetaceans could sustain a mortality rate of 0.07, by analogy it is unlikely that vaquitas can withstand such pressure. Even if we consider the most optimistic scenario and use the lowest mortality estimate (39) with the highest abundance estimate (1,073), the resulting mortality would result in such a high mortality rate (0.036) that vaquita could go extinct or would be reduced to such low levels that the danger common to very small populations could lead to eventual extinction.

To illustrate how much time remains for conservation actions given likely current incidental fishing mortality, we present several possibilities about future vaquita abundance. Figure 2 shows vaquita abundance in years since 1997 for different potential population growth rates using the current best estimate of abundance. Table 1 gives plausible mortality rates using all estimates of

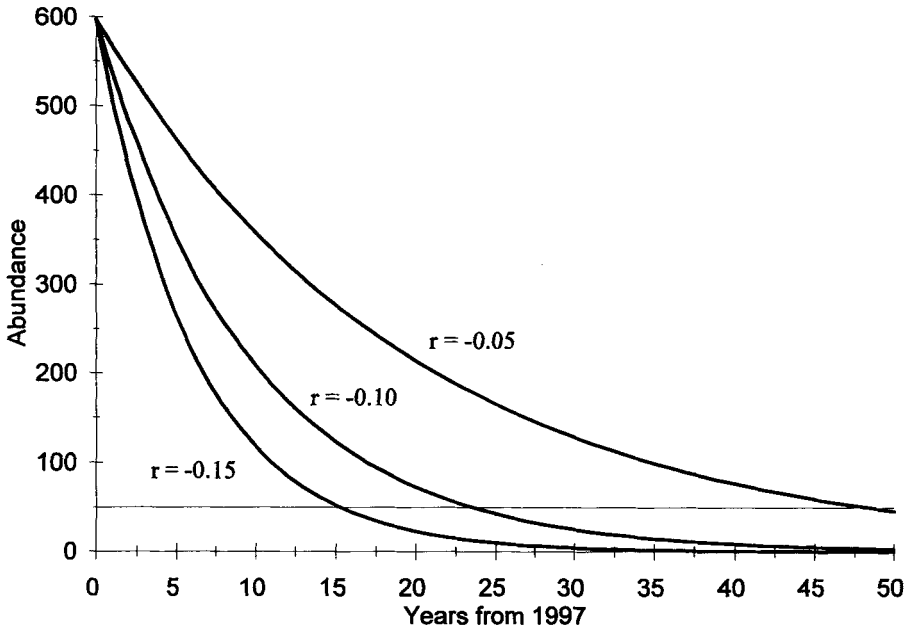


Figure 2. Abundance through time (shown in years from the most recent survey in 1997) for population growth rates (r) of -0.05, -0.10, and -0.15. Each trajectory starts near the current best estimate of abundance. Horizontal line represents critical abundance of 50.

abundance (Jaramillo-Legorreta *et al.*, this issue; Barlow *et al.* 1997) and mortality from D'Agrosa (1995) estimated by two techniques. Recall that D'Agrosa's study (1995) considered only a single village and thus almost certainly underestimates the total mortality. We therefore chose to show population growth rates that ranged between $r = -0.05$ and $r = -0.15$. Although even greater rates of decline are plausible, it is clear that using a decline of -0.15 is sufficient to make the point that extinction is likely in a very short

Table 1. Mortality rates for mean abundance estimates from five different surveys with coefficients of variation in parentheses (Jaramillo-Legorreta *et al.* this issue, Barlow *et al.* 1997) and two estimates of mortality made using different techniques (D'Agrosa 1995).

Year	Type of survey	Abundance	Mortality rates	
			Mortality = 39	Mortality = 84
1986–1988	boat	503 (0.32)	0.08	0.17
1988–1989	aerial	855 (0.43)	0.05	0.10
1991	aerial	572 (1.41)	0.07	0.14
1993	ship	224 (0.30)	0.17	0.38
1997	ship	567 (0.51)	0.07	0.15

time without conservation action. We also show a horizontal line representing a critical abundance of 50 because once populations become this small, they face many more risk factors, including demographic stochasticity and inbreeding depression. They are therefore much more vulnerable and will likely decline even faster. Note that using our best estimate of abundance together with a mortality of 89 based on a single village yields a growth rate close to $r = -0.15$ (Table 1), which leaves about 15 yr before the highly risky $n = 50$ is reached. Such reasoning is precisely why the vaquita is listed as Critically Endangered by the IUCN red data list. Although the choice of any particular number is arbitrary, any scenario results in the conclusion that conservation action must be immediate.

Conclusions

This review reveals mortality from fisheries as the greatest immediate risk for vaquitas. The secondary effects of fishing in the Northern Gulf, such as direct and indirect effect of bycatch on prey species and alterations of the benthic habitat by repeated and intense trawling, are unknown and of concern. However, it is likely that any management actions taken to reduce direct kills of vaquitas by fishing activities will also affect these potential indirect threats to the prey and habitat quality of vaquitas. Pollution appears not to be a risk. Reduction of the flow of the Colorado River does not appear to have sufficiently reduced current productivity to pose a short-term risk to vaquitas. Inbreeding is likely to be a factor in vaquita biology but there is no evidence that inbreeding depression (causing a reduction in the population growth rate) should currently be a risk factor. There is no basis for considering vaquitas doomed because of lack of genetic variability.

What management actions can reduce the immediate risk to vaquitas? Within the next five years it is unlikely that any degradation of the habitat can be reversed. It is not even clear what actions, if any, would change the nutrient future of this region. No action can be taken to change vaquita genetics except returning abundance to higher levels to preserve what genetic variability vaquitas have maintained. It is clear that the only action that can be taken to save this species is an immediate large reduction or elimination of incidental mortality due to fishing, which will require both new regulations and strong enforcement.

Acknowledgments

Helpful reviews were provided by Jay Barlow, Karin Forney, Victor Camacho, Edwyna Nieto García, Juan Pablo Gallo, Jorge de la Rosa, and an anonymous reviewer. Thanks to Tim Gerrodette for providing Figure 1. We are also grateful to Bob Brownell and Andrew Dizon of the Southwest Fisheries Science Center for their support of this research. This work was supported in part by the IUCN and Comision Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Bioversidad (CONABIO), Project B122 and Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Literature Cited

Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. Pages 427–449 *in* B. H. Ketchum, ed. Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publication Company, Amsterdam.

Alvarez-Borrego, S. 1992. Upper Gulf of California, the small habitat of the vaquita dolphin (*Phocoena sinus*). Current Crisis in Marine Mammal Management: US and Mexican Perspectives. Sixth Conference in the UC MEXUS Series, Critical Issues in US-México Relations. San Diego, CA. 19 pp. Available from Biblioteca, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). Apartado Postal 2732, 22800 Ensenada Baja California, México.

Alvarez-Borrego, S., and J. R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. Pages 555–567 *in* B. R. T. Simoneit and J. P. Dauphin, eds. The Gulf and peninsular province of the Californias. American Association of Petrologists and Geologists Memoir 47.

Avalos de Haro, and C. P. Mathews. 1973. Pesquerías. Pages 365–394 *in* Estudio químico sobre la contaminación por insecticidas en la desembocadura del Río Colorado. Tomo II. Reporte Final a la Dirección de Acuacultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México. Available from Biblioteca, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Km 103 Carretera Tijuana–Ensenada, Ensenada 22800 Baja California, México.

Barlow, J. 1986. Factors affecting the recovery of *Phocoena sinus* the vaquita or Gulf of California harbor porpoise. US National Marine Fisheries Service Center Administrative Report SWFSC Administrative Report No LJ-86-37 (unpublished) 19 pp. Available from SWFSC, P. O. Box 271, La Jolla CA 92038.

Barlow, J., and P. J. Clapham. 1997. A new birth-interval approach to estimating demographic parameters for humpback whales. Ecology 78:535–546.

Barlow, J., T. Gerrodette and G. Silber. 1997. First estimates of vaquita abundance. Marine Mammal Science 13:44–58.

Brault, S., and H. Caswell. 1993. Pod-specific demography of killer whales (*Orcinus orca*). Ecology 74:1444–1454.

Brownell, R. L., Jr. 1982. Status of the cochito, *Phocoena sinus,* in the Gulf of California. Fisheries and Agriculture Organization Advisory Committee on marine resources research. Mammals of the Seas: Small cetaceans, seals, sirenians, and otters. Fisheries and Agriculture Organization, Fisheries Series 4:85–90.

Brownell, R. L., Jr. 1983. *Phocoena sinus.* Mammalian Species 198:1–3.

Brownell, R. L., Jr. 1986. Distribution of the vaquita, *Phocoena sinus,* in Mexican waters. Marine Mammal Science 2:299–305.

Buckland, S. T., J. M. Breiwick, K. L. Cattanach and J. L. Laake. 1993. Estimated population size of the California gray whale. Marine Mammal Science 9:235–249.

Calambokidis, J. 1988. Chlorinated hydrocarbons in the Gulf of California harbor porpoise (*Phocoena sinus*). Final Contract Report MM4465846-3 to the U.S. Marine Mammal Commission. Available from Cascadia Research Collective, 218½ W. Fourth Ave., Olympia, WA 98501.

Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. Journal of Animal Ecology 63:215–244.

Cisneros-Mata, M. A., G. Montemayor-López and M. J. Román-Rodríguez. 1995. Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi.* Conservation Biology 9:806–814.

Colborn, T., and M. J. Smolen. 1996. Epidemiological analysis of persistent organochlorine contaminants in cetaceans. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 146:91–172.

Cummings, J. A. 1977. Seasonal and aerial variation of zooplankton standing stocks in the Northern Gulf of California. M.Sc. thesis, University of Arizona, Tuczon, AZ. 61 pp.

CUPUL-MAGAÑA, L. A. 1994. Flujos de sedimentos en suspensión y de nutrientes en la cuenca estuarina del Río Colorado. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, Baja California, Mexico. 117 pp.

D'AGROSA, C. E. 1995. Mortalidad incidental de la vaquita (*Phocoena sinus*) en actividades pesqueras del alto Golfo de California, México, 1993–94. Tesis de Maestría en Ciencias, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas, Sonora, México. 112 pp.

EHIOBU, N. G., M. E. GODDARD AND J. F. TAYLOR. 1989. Effect of rate of inbreeding on inbreeding depression in *Drosophila melanogaster.* Theoretical Applications of Genetics 77:123–127.

FARFÁN, C., AND S. ALVAREZ-BORREGO. 1992. Zooplankton biomass of the northernmost Gulf of California. Ciencias Marinas 18:17–36.

FLANAGAN, C. A., AND J. R. HENDRICKSON. 1976. Observations on the commercial fishery and reproductive biology of the totoaba, *Cynoscion macdonaldi,* in the northern Gulf of California. Fishery Bulletin, U.S. 74:531–544.

FLEISCHER, L. A. 1994. Análisis de la mortalidad incidental de la vaquita, *Phocoena sinus.* Historia y actualidad. Informe final al Comite Técnico Para la Preservacion de la Vaquita y la Totoaba. (unpublished). 20 pp. Available from Biblioteca Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de la Paz, Instituto Nacional de la Pesca (INP). Km1. Carretera a Pichilingue, 23000 La Paz, Baja California Sur, México.

FLEISCHER, L. A. 1996. Mexico. Progress report on cetacean research, April 1994 to March 1995. Report of the International Whaling Commission 46:262–264.

FRANKHAM, R. 1995. Effective population size/adult population size ratios in wildlife: A review. Genetical Research 66:95–107.

FRANKLIN, I. R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135–150 *in* M. E. Soulé and B. A. Wilcox, eds. Conservation biology: An evolutionary-ecological perspective. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

GASKIN, D. E. 1982. The ecology of whales and dolphins. Heinemann Educational Books, London.

GERRODETTE, T., L. A. FLEISCHER, H. PÉREZ-CORTÉS AND B. VILLA-RAMÍREZ. 1995. Distribution of the vaquita, *Phocoena sinus,* based on sightings from systematic surveys. Report of the International Whaling Commission: (Special Issue 16):272–281.

GLENN, P. E., C. LEE, R. FELGER AND S. ZENGEL. 1996. Effects of the water management on the wetlands of the Colorado River Delta, Mexico. Conservation Biology 10: 1175–1186.

GUARDADO-PUENTES, J. 1976. Concentraciones de DDT y sus metabolitos en el Valle de Mexicali y Alto Golfo de California. CalCOFI Report 18:73–80.

GUTIERREZ-GALINDO, E. A., G. FLORES-MUÑOZ AND J. VILLAESCUSA-CELAYA. 1988*a*. Chlorinated hydrocarbons in molluscs of the Mexicali Valley and the Upper Gulf of California. Ciencias Marinas 14:91–113.

GUTIERREZ-GALINDO, E. A., G. FLORES-MUÑOZ, M. F. VILLA-ANDRADE AND J. VILLAESCUSA-CELAYA. 1988*b*. Organochlorine insecticides in fishes from the Mexicali Valley, Baja California, Mexico. Ciencias Marinas 14:1–22.

GUTIERREZ-GALINDO, E. A., G. FLORES-MUÑOZ, M. L. ORTEGA-GARCIA AND J. VILLAESCUSA-CELAYA. 1992. Pesticidas en las aguas costeras del Golfo de California: Programa de vigilancia con mejillón 1987–1988. Ciencias Marinas 18:77–99.

HAYDEN, T. J., J. M. LYNCH, AND G. O'CORRY-CROWE. 1994. Antler growth and morphology in a feral sika deer (*Cervus nippon*) population in Killarney, Ireland. Journal of Zoology, London 232:21–35.

HERNÁNDEZ-AYÓN, J. M., M. S. GALINDO-BECT, B. P. FLORES-BÁEZ AND S. ALVAREZ-BORREGO. 1993. Nutrient concentrations are high in the turbid waters of the Colorado River Delta. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences 37:593–602.

HOHN, A. A., A. J. Read, S. Fernandez, O. Vidal and L. T. Findley. 1996. Life history of the vaquita. Journal of Zoology, London 239:235–251.

LACY, R. C., AND J. D. BALLOU. 1998. Effectiveness of selection in reducing the genetic load in populations of *Peromyscus polionotus* during generations of inbreeding. Evolution 52:900–909.

JARAMILLO-LEGORRETA, A. M., L. ROJAS-BRACHO AND T. GERRODETTE. 1999. A new abundance estimate for vaquitas: First step for recovery. Marine Mammal Science 15:957–973.

LANDE, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. Science 241: 1455–1460.

MAGATAGAN, M. D., E. H. BOYER AND B. VILLA-RAMÍREZ. 1984. Revisión del estado que guarda *Phocoena sinus* Norris and MacFarland y descripción de tres nuevos ejemplares. Annales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 55:271–294.

MILLÁN-NUÑEZ, E. 1992. Spatial distribution of the phytoplankton in the Northern Gulf of California. Ciencias Marinas 18:101–117.

MORA, M. A., AND D. W. ANDERSON. 1991. Seasonal and geographical variation of organochlorine residues in birds from northwest Mexico. Archives of Environmental Contaminants and Toxicology 21:541–548.

NIETO GARCÍA, E. 1998. Nutrientes en el norte del Golfo de California durante condiciones estuarinas y antiestuarinas. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California. 130 pp.

NORRIS, K. S., AND W. N. MCFARLAND. 1958. A new harbor porpoise of the genus *Phocoena* from the Gulf of California. Journal of Mammalogy 39:22–39.

NORRIS, K. S., AND J. H. PRESCOTT. 1961. Observations on Pacific cetaceans of California and Mexican waters. University of California Publications in Zoology 63: 291–401.

NUNNEY, L. 1991. The influence of age structure and fecundity on effective population size. Proceedings of the Royal Society, London. Series B. Biological Science 246: 71–76.

NUNNEY, L. 1993. The influence of mating system and overlapping generations on effective population size. Evolution 47:1329–1341.

OLESIUK, P. F., M. A. BIGG AND G. M. ELLIS. 1990. Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12):209–243.

ORTEGA-ORTÍZ, J. 1993. Descripción osteológica de la aleta pectoral de la vaquita *Phocoena sinus* (Cetacea:Phocoenidae). Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP), Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 46 pp.

OTTERLIND, G. 1976. The harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) endangered in Swedish waters. Ices C.M. 1976/N:16.

PÉREZ-CORTÉS H. 1996. Contribución al conocimiento de la biología de la vaquita, *Phocoena sinus*. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 68 pp.

PERRIN, W. F. 1989. Dolphins, porpoises and whales—an action plan for the conservation of biological diversity: 1988–1992. IUCN Gland, Switzerland. 173 pp.

PERRIN, W. F., G. P. DONOVAN AND J. BARLOW. 1994. Gillnets and cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 15).

RALLS, K., AND J. BALLOU. 1983. Extinctions: Lessons from zoos. Pages 164–183 *in* C. M. Schoenwald-Cox, S. M. Chambers, B. MacBryde and L. Thomas, eds. Genetics and conservation: A reference for managing wild animal and plant populations. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Menlo Park, CA.

RALLS, K., J. BALLOU AND A. TEMPLETON. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. Conservation Biology 2:185–193.

RODEN, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. Pages 30–58 *in* T. H. Van Andel, G. G. Shore, Jr., eds. Marine geology of the Gulf of California: A symposium. of American Petrologists and Geologists, Memoir 3.

RODEN, G. I., AND I. EMILSSON. 1979. Physical oceanography of the Gulf of California. Pages 1–46 *in* A. Ayala-Castañares, P. B. Phleger, R. Schwartzlose and A. Laguarda. Simposio El Golfo de California. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Available from Biblioteca del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), UNAM. Ciudad Universitaria, Circuito Interior. Copilco Universidad, México, Distrito Federal, 04510 México.

ROSEL, P., AND L. ROJAS-BRACHO. 1999. Mitochondrial DNA variation in the critically endangered vaquita, *Phocoena sinus*. Marine Mammal Science 15:990–1003.

RUIZ-DURÁ, M. F. 1985. Recursos pesqueros de las costas de México. Editorial Limusa, México.

SANTAMARÍA-DEL-ANGEL, E., S. ALVAREZ-BORREGO AND F. E. MULLER-KRAGER. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. Journal of Geophysical Research 99:7411–7421.

SILBER, G. K. 1990. Occurrence and distribution of the vaquita *Phocoena sinus* in the northern Gulf of California. Fishery Bulletin, U.S. 88:339–346.

SUBRAMANIAN, AN., S. TANABE, R. TATSUKAWA, S. SAITO AND N. MIYAZAKI. 1987. Reduction in the testosterone levels by PCBs and DDE in Dall's porpoises of northwestern North Pacific. Marine Pollution Bulletin 18:643–646.

TAYLOR, B., AND L. ROJAS-BRACHO. Examining the risk of inbreeding depression in a naturally rare cetacean, the vaquita (*Phocoena sinus*). Marine Mammal Science 15: 1004–1029.

TEILMANN, J., AND N. LOWRY. 1996. Status of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Danish waters. Report of the International Whaling Commission 46: 619–625.

TORRE-COSIO, J. 1995. Descripcion del esqueleto, dimorfismo sexual y crecimiento alometrico en el craneo de la vaquita, *Phocoena sinus* (Cetacea: Phocoenidae). Masters thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey–Campus Guaymas. 183 pp.

VIDAL, O. 1995. Population biology and exploitation of the vaquita, *Phocoena sinus*. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 16):247–272.

VIDAL, O., R. L. BROWNELL JR. AND L. T. FINDLEY. 1999. Vaquita (*Phocoena sinus*) Norris and McFarland, 1958. Pages 357–378 *in* S. H. Ridgway and R. Harrison, eds. Handbook of marine mammals. Volume 6. The second book of dolphins and porpoises. Academic Press, London.

VILLA-RAMÍREZ, B. 1976. Report on the status of *Phocoena sinus,* Norris and McFarland, 1958, in the Gulf of California. Annales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 47:203–208.

VILLA-RAMÍREZ, B. 1993. Recovery plan for the vaquita, *Phocoena sinus*. NTIS Report PB93–169415. Report to the U.S. Marine Mammal Commission, 1825 Connecticut Ave. N.W., Washington, DC 20009. 36 pp.

WADE, P. R. 1994. Abundance and population dynamics of two eastern Pacific dolphins, *Stenella attenuata* and *Stenella longirostris orientalis*. Ph.D. dissertation, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, CA. 255 pp.

WOLFF, W. J. 1982. The status of marine mammals in the Wadden Sea area. Pages 7–14 *in* P. J. H. Reijnders and W. J. Wolff, eds. Marine mammals of the Wadden Sea. A. A. Balkema, Rotterdam.

ZEITZSCHEL, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. Marine Biology 3:201–207.

Received: 5 January 1999
Accepted: 12 May 1999

Earth-Science Reviews 164 (2017) 1–30

Contents lists available at ScienceDirect

Earth-Science Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/earscirev

Invited review

Colorado River flow and biological productivity in the Northern Gulf of California, Mexico

Richard C. Brusca [a,*], Saúl Álvarez-Borrego [b], Philip A. Hastings [c], Lloyd T. Findley [d]

[a] University of Arizona and Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, AZ 85718, USA
[b] Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, Mexico
[c] Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, CA 92093, USA
[d] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)-Unidad Guaymas, Sonora, Mexico

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22 March 2016
Received in revised form 18 October 2016
Accepted 30 October 2016
Available online xxxx

Keywords:
Gulf of California
Biological oceanography
Fisheries
Colorado River Delta
Vaquita
Totoaba
Gulf corvina
Shrimp

ABSTRACT

A review of published research indicates that the Northern Gulf of California is, historically and currently, one of the most biologically productive marine regions on Earth. This high productivity is driven by a unique mix of factors, including: coastal upwelling, wind-driven mixing, extreme tidal mixing and turbulence, thermohaline circulation that moves intermediate waters into the mixed layer, coastal-trapped waves, regular sediment resuspension, and, to a lesser extent, agricultural runoff, released nutrients from erosion of ancient Colorado River Delta sediments, and perhaps input from decomposing tidal-flat plant debris. It has been suggested that decreased Colorado River flow, due to anthropogenic water impoundments and diversions, has had a negative impact on the health of the Northern Gulf of California ecosystem, particularly by reducing primary productivity and/or stock production of finfish and shellfish. However, there is no evidence that surface flow from the Colorado River is now, nor has ever been an important driver of primary productivity in the Northern Gulf, and nutrient/chlorophyll studies show no relationship to Colorado River flow (or, if anything, reduced nutrient/chlorophyll levels occur during high river-flow periods). And, there is very limited and equivocal evidence to support the claim that reduced river flow has significantly impacted secondary productivity in the Northern Gulf. The marine ecosystem of the Northern Gulf remains rich in nutrients, high in biodiversity and productivity, and appears to continue to be healthy, except for the impacts of historical and current fisheries. Human extraction of shrimp, Gulf corvina, totoaba (largely illegally), and other marine resources, remain very high in this region. There also is no evidence that reduced Colorado River flow has negatively impacted the health of the critically endangered vaquita porpoise, and assertions that it has done so deflect attention from the actual cause of decline—bycatch in legal and illegal gillnet fisheries. A review of Colorado River Delta research confirms that, historically and perhaps as long as the river has reached the Gulf of California, there have been long periods of no flow, or greatly reduced flow to the sea. Thus, the ecosystem is historically adapted to broadly fluctuating river flows and elevated salinities. Although commonly used by recent researchers, measurements of Colorado River water crossing the border into Mexico do not provide a reliable proxy for how much water (if any) actually reaches the Upper Gulf because of the complex nature of internal basins and diversions in the region.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

Contents

1. Introduction . . . 2
2. An overview of Northern Gulf of California oceanography and primary productivity . . . 2
3. Colorado River flow and fisheries productivity in the Northern Gulf . . . 7
   3.1. Introduction . . . 7
   3.2. Penaeid shrimp . . . 9
   3.3. Sciaenid fishes . . . 12
   3.4. The “delta clam” . . . 16

* Corresponding author at: Department of Ecology & Evolutionary Biology, BioSciences West, Rm. 310, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.
E-mail address: rbrusca@desertmuseum.org (R.C. Brusca).

http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.10.012
0012-8252/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

3.5. Vaquita . . . 17
3.6. Fisheries productivity in the Northern Gulf—reprise . . . 18
4. The Colorado River Delta – a highly variable environment . . . 18
5. Conclusions and future research directions . . . 23
Acknowledgments . . . 23
References . . . 23

1. Introduction

The ~60,000 km^2 Northern Gulf of California has long been recognized as a diverse and highly productive ecosystem supporting some of the most important fisheries in Mexico. Despite claims to the contrary, we argue that available evidence does not indicate that the overall level of productivity has diminished significantly due to anthropogenic-driven reduction of freshwater input from the Colorado River.

Ecologists commonly define the Upper Gulf of California as that part of the Northern Gulf north of a line drawn between Puerto Peñasco (Sonora) and San Felipe (Baja California)—corresponding to the Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve (Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado) (Brusca et al., 2005; Hendrickx et al., 2005; Brusca, 2007; Hendrickx and Brusca, 2007; Lluch-Cota et al., 2007; see Fig. 1). Oceanographically, it has been suggested that the southern limit of the Upper Gulf can be defined as the region where the vertically well-mixed regime of the water column transitions into stratified conditions; this occurs at ~30-m depth in summer and at ~60-m depth in winter. Or, it may be defined as the latitude of the deeper Wagner Basin (whose overlying waters are stratified year-round). Geographically, these delimitations differ little from one another. In addition to the biosphere reserve designation (which is also part of a UNESCO World Heritage Site that includes about 5% of the area of the Gulf), much of the lower Colorado River Delta is designated a Ramsar Site (Convention on Wetlands of International Importance), an Important Bird Conservation Area (Audubon Society), and a component of the Western Hemispheric Shorebird Reserve Network.

This review is divided into four principal parts. The first part provides an oceanographic overview of the Northern Gulf of California (Midriff Islands northward to the Colorado River Delta), which includes the Upper Gulf region (Fig. 1). Hundreds of papers have been published on the oceanography of the Gulf of California, and evidence consistently indicates that primary productivity remains high and has not been significantly affected by changes in Colorado River flow and that it is instead driven primarily by nutrient input and mixing from a variety of other sources.

The next section of this paper critically reviews published work that has made a case for reduction in shrimp, finfish and vaquita (*Phocoena sinus*) population size and production due to diminished Colorado River flow. We find that the interpretations and conclusions of that body of work frequently over-extend the actual data and that the underlying assumptions are often questionable. We conclude that there is no, or only equivocal, support for a hypothesis of significantly reduced secondary productivity in the Northern Gulf due to reduced river flow.

The next section provides a brief overview of water flow and distribution across the Colorado River Delta. We agree with many others that much of the Colorado River surface water that historically reached the U.S.-Mexico border was diverted or impounded before ever reaching the Gulf of California, and that many assumptions of surface flow into the Northern Gulf based on measurements below Imperial Dam or at the Southerly International Boundary (SIB) gauging station have probably been far too high. Overall, the marine fauna of the Northern Gulf appears to be highly adapted to a long history of fluctuating (and even absent) Colorado River flows and elevated salinities, at least throughout the Holocene. The final section is a summary of our conclusions and suggestions for future research directions.

2. An overview of Northern Gulf of California oceanography and primary productivity

> "Thus in both inner and outer regions of the Gulf the hydrographical features are conducive to high productivity. These two conditions, upwelling of the outer basin and convection in the inner basin [of the Northern Gulf of California], can fully account for the fertility of the Gulf without the necessity of considering the effect of the Colorado River."
>
> [Gilbert and Allen (1943), based on the first comprehensive study of productivity in the Upper Gulf of California]

The Gulf of California is the only semi-enclosed sea in the Eastern Pacific, and it maintains a high net evaporation rate. Bray (1988) estimated the total annual evaporation for the entire Gulf to be 0.95 m yr^{-1}, Lavín and Organista (1988) estimated the evaporation rate for the Northern Gulf at 0.9 m yr^{-1}, and Lavín et al. (1998) estimated an evaporation rate in the Upper Gulf of 1.1 m yr^{-1}. Annual net evaporation - precipitation - runoff has been estimated at 0.61 m yr^{-1} over the entire Gulf (Beron-Vera and Ripa, 2000). Average annual rainfall in the Northern Gulf is only ~68 mm yr^{-1} and is highly variable (Miranda-Reyes et al., 1990). Unlike some other semi-enclosed seas (e.g., Mediterranean Sea, Red Sea) where tidal mixing is not significant, the Gulf gains heat on an annual average, and it has long been recognized as the only evaporative basin in the Pacific Ocean (Roden, 1958, 1964; Bray, 1988; Lluch-Cota et al., 2007; Paden et al., 1991). Because of heat gain and evaporation, salinities in the Gulf have always been higher than in the adjacent Pacific at the same latitude. In coastal wetlands (*esteros*, or negative estuaries) of the shallow Northern Gulf salinities are even higher. Thus, the flora and fauna of the Gulf, particularly the Northern Gulf, have long been adapted to life at high salinities.

Surface salinity at the mouth of the Colorado River (around the large tidal mud/sand islands of Montague and Pelícano) averages about 38‰, and increases to the northwest, with a seasonal maximum of ~39‰ in August, and a minimum of ~37‰ in December–March (Álvarez-Borrego and Galindo-Bect, 1974; Álvarez-Borrego et al., 1975; Bray and Robles, 1991; Lavín et al., 1995, 1998; Lavín and Sánchez, 1999; Álvarez-Borrego, 2001; Lavín and Marinone, 2003). Álvarez-Borrego and Schwartzlose (1979) used March 1973 data to describe a winter convection with high salinity and low temperature water moving close to the bottom from the Upper Gulf southward to near Ángel de la Guarda Island, reaching depths of >200 m and characterized by high dissolved oxygen. Cintra-Buenrostro et al. (2012) used oxygen isotopes in the shells of the clam *Mulinia modesta* (cited as *Mulinia coloradoensis*, a junior synonym) to estimate salinities prior to the construction of dams on the Colorado River and found that it might have ranged from as low as 22–33‰ at the river's mouth (Montague Island) to 30–38‰ 40 km southward down the Baja California coast, suggesting at least a periodic, localized river dilution effect.

Surface waters in the Gulf change in response to seasonal (i.e., monsoonal) and long-term (i.e., El Niño-Southern Oscillation, ENSO) climatic events (Kahru et al., 2004; Lluch-Cota et al., 2007). Predominately northerly winter winds are replaced at the onset of the summer monsoon season (variously called the "Mexican monsoon," "North American monsoon," and "Southwest monsoon") with southerly winds that, in the Northern Gulf, create an along-Gulf flow (Bordoni and

Stevens, 2006). The winds are modulated by pulses or surges that originate in cyclonic disturbances over the eastern Pacific tropical warm pool off Central America and propagate northward into the Gulf (Bordoni and Stevens, 2006). The monsoon climate of the Gulf thus leads to seasonally reversing winds that affect surface circulation and mixing (Thunnell, 1998). From July to October, prevailing winds blow from the southeast. During winter/spring (December through May), prevailing winds blow from the northwest along the Gulf's axis, with speeds that can reach 8 to 12 m s^{-1}. These winds produce strong upwelling along the eastern coast of the Gulf, including in the Northern Gulf, and around all of its islands, although occasional shifts to westerlies tend to dampen upwelling along the Sonoran coast (Roden, 1964; Álvarez-Borrego and Lara-Lara, 1991; Bray and Robles, 1991). Winter winds create the strongest upwelling, whereas strong water-column stratification reduces upwelling during the hottest summer months (Santamaría-del-Ángel et al., 1999).

The winter/spring northwesterlies bring cold dry air from the western continental U.S., causing local cooling of the shallow Upper Gulf. During the rest of the year, the shallow regions of the Upper Gulf are warmer than the offshore waters. This sea surface temperature pattern corresponds to the ground-level air temperature pattern. Winter/spring upwelling brings cooler waters to the surface, and this is seen around all of the islands in the Gulf, including in the Northern Gulf where these upwelled waters mix horizontally to lower sea surface

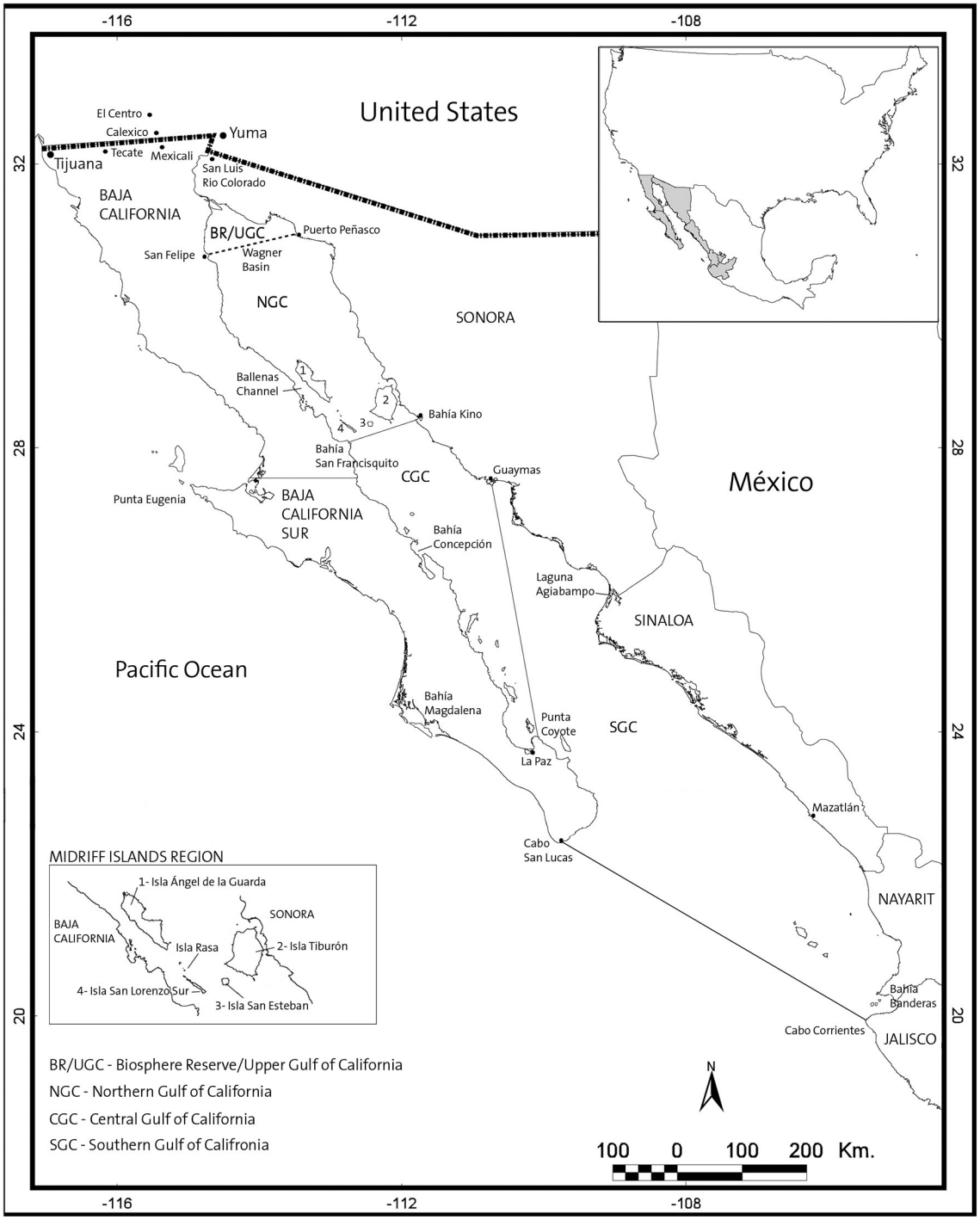


Fig. 1. The Gulf of California, showing geographic place names mentioned in the text.

temperatures over the region. Year-round strong tidal mixing and turbulence cause an effect similar to constant upwelling around the larger islands in the Gulf (Hidalgo-González et al., 1997; Lluch-Belda et al., 2003). Thus, like many other subtropical coastal regions of the world, the Northern Gulf is highly seasonal, with sea surface temperatures reaching 31°–32 °C in August and September, and dropping to 15°–17 °C in January and February (Lavín et al., 1998; Ramírez-León et al., 2015). Coastal and shallow onshore temperatures typically exceed these extremes. These more recent temperature observations do not differ from those made in the 1970s (e.g., Thomson and Lehner, 1976).

Many of the broad oceanographic features of the Gulf are imposed by the Pacific Ocean (Lavín and Marinone, 2003) that the Gulf communicates with through a ~200 km wide and ~2700 m deep entrance. And, much of the general circulation of the Gulf can be modeled as Kelvin-like internal waves of annual period forced by the Pacific (Beier, 1997; Ripa, 1997). Surface drifter studies have confirmed the presence, for most of the year, of a northward coastal current on the shelf and slope of the mainland side of the Gulf (Lavín et al., 2014). For much of the year the mean speed of this coastal current is ~0.30 m/s. In contrast, on the western side of the Gulf recirculating currents dominate surface circulation due to mesoscale eddies. For three to four weeks, in June–July, the mainland coastal current is enhanced to a mean speed of ~0.60 m/s, with maximum speeds of ~0.80 m/s (Lavín et al., 2014). In the study by Lavín et al. (2014), one drifter moved from the mouth of the Gulf ~1000 km to the delta in this current in just 20 days.

Surface flows in the Midriff Islands Region (Fig. 1) are intense, due to large tidal flows through narrow passages and the exchange of water between the northern and southern regions, and consequently this region is distinguished by intense tidal mixing (Argote et al., 1995; Beier, 1997; Lluch-Cota and Arias-Aréchiga, 2000; Mateos et al., 2006). A deep, cold, branching flow typically moves north in the Midriff Islands Region, with one branch flowing toward the Canal de Ballenas-Salsipuedes Channel over the San Lorenzo Sill, and the other flowing over the San Esteban Sill. The latter surrounds Isla Ángel de la Guarda and converges with the other branch in the Canal de Ballenas-Salsipuedes Channel, thus producing a persistent upwelling in the channel (López et al., 2006, 2008; Marinone, 2007, 2008). Marinone (2007, 2008) showed that deep inflows at both ends of the channel result in persistent upwelling that creates the coldest sea surface temperatures in the Gulf.

The principal surface circulation of the Northern Gulf consists of a cyclonic (counterclockwise) gyre in the summer (June to September), and a weaker anticyclonic (clockwise) gyre from November to March (Beier, 1997; Lavín et al., 1997a,b; Beier and Ripa, 1999; Martínez-Díaz-de-León, 2001; Palacios-Hernández et al., 2002; Carrillo et al., 2002). As a result, Colorado River deltaic sediments are transported to accumulate in deeper waters to the south of the delta, and also to the west where they create a gently sloping coastline north of San Felipe, Baja California. On the Sonoran side of the Northern Gulf, a submarine channel extends to the 200 m-deep Wagner Basin where many deltaic sediments ultimately end up. At a larger scale, the strong winter-spring northwesterlies result in a net transport of surface waters out of the Gulf and into the open Pacific, whereas the generally weaker summer-fall southeasterlies allow Equatorial Pacific surface waters to penetrate into the Gulf all the way to its uppermost reaches (Bray and Robles, 1991; Thunnell, 1998; Lavín et al., 2014).

The long, narrow shape of the Gulf of California creates a "bathtub effect." The tidal range (amplitude) is very small at the center "nodal point" (near Guaymas), and increases northward and southward from the center, like water sloshing back and forth in an elongate trough. The tidal range is greatest in the narrow, shallow Upper Gulf where water from each tidal flow piles up higher, like in a fjord. The Upper Gulf is thus a highly tidal region, with a maximum tidal range (lowest low to highest high) of approximately 10 m (33 ft) (Matthews, 1969; Grijalva-Ortíz, 1972; Stock, 1976).

The earliest Spanish explorers in the Upper Gulf (e.g., Ulloa, Alarcón, Nuño de Guzmán, Consag, Ugarte) commented on the Gulf's frequent reddish-colored waters which, in the central and southern regions were later shown to be due to large phytoplankton blooms that spoke to its high productivity (Streets, 1878; U.S. Hydrographic Office, 1887; Sykes, 1937). And even though the muddy reddish waters of the Colorado River Delta (the source of the name "Vermillion Sea") visibly mask such blooms, studies have shown that large plankton blooms also occur in the Upper Gulf, and intense outbreaks of dinoflagellates have been recorded there since at least the 1960s (Brinton et al., 1986). Most of the red silt of the Colorado River Delta originated in the Little Colorado and San Juan River tributaries, which are notable for their red silt load that, prior to the construction of Hoover Dam, was carried all the way to the Gulf (Sykes, 1937).

Since the first oceanographic research accomplished in the Gulf of California, in the 1920s and 1930s, it has been recognized as one of the most productive marine ecosystems in the world (Gilbert and Allen, 1943). In fact, today it is ranked as a Class I "highly productive ecosystem (>300 g C m^{-2} yr^{-1})" based on global SeaWiFS primary productivity estimates, and one of the five marine ecosystems with the highest productivity in the world (Enríquez-Andrade et al., 2005). It is a eutrophic sea with phytoplankton production on the order of >1 g C m^{-2} day^{-1} to >4 g C m^{-2} day^{-1} (Álvarez-Borrego and Lara-Lara, 1991; Santamaría-del-Ángel et al., 1994a,b, Gaxiola-Castro et al., 1995; Thunnell, 1998).

The high productivity of the Gulf generates 40% to 50% of Mexico's total fisheries production and supports over 50,000 jobs (Cisneros-Mata et al., 1995; Cisneros-Mata, 2010; Cinti et al., 2010, Erisman et al., 2011, 2015; Lluch-Belda et al., 2014), the largest producer in the country being the state of Sonora (Lluch-Belda et al., 2014). And the Northern Gulf is the most important region in all of Mexico in terms of fisheries production, where 77% of the inhabitants are involved in fishing activities and thousands of small, artisanal-fishing boats (*pangas*) use gillnets to harvest blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*), Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*), Gulf (or bigeye) croaker (*Micropogonias megalops*), Spanish mackerel (*Scomberomorus concolor*), and smaller volumes of sharks, rays, and shellfish (INEGI, 2000; Rodríguez-Quiroz et al., 2010; Erisman et al., 2015). The three finfish species are all spring spawners in the Northern Gulf and fishing targets their spawning season (Erisman et al., 2015). The average, annual, reported fish catch in the Northern Gulf, 2001–2005, was 18,326 metric tons, targeting an estimated 80 primary species (Erisman et al., 2011; Munguía-Vega et al., 2014). However, it is estimated that Mexico's reported fisheries catch is only about half the actual catch, due to unreported numbers (e.g., illegal catch, bycatch) (Cisneros-Montemayor et al., 2013). As of 2010, the Gulf corvina catch far exceeded all others in weight, but shrimp exceed all others in dollar value (Rodríguez-Quiroz et al., 2010). Virtually all of the Northern Gulf *panga* fishers target Gulf corvina, and 93% of them also target shrimp (Rodríguez-Quiroz et al., 2010).

There have been several attempts to model the ecosystem of the Northern Gulf, mainly using the Ecopath modeling software (Morales-Zárate et al., 2004; Lercari et al., 2007; Lercari and Arreguín-Sánchez, 2009). These have concluded that reducing fishing pressure would increase fisheries stocks and reduce the risk to endangered species such as totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and vaquita porpoise (*Phocoena sinus*). Lercari and Arreguín-Sánchez (2009) built an ecosystem model for the Northern Gulf that suggested a viable fishing strategy to protect totoaba and vaquita required a decrease in the industrial shrimp fleet (35 − 65%), a decrease in the gillnet fleet (52 − 57%), and an increase of the artisanal shrimp fishery (63 − 222%) if appropriate fishing methods were to be employed. Morales-Zárate et al. (2004) compared their Northern Gulf model to five other coastal models in Mexico, suggesting a "higher energy use" in the Northern Gulf ecosystem, and that the region has a "highly dynamic, more complex, and probably a more mature ecosystem" than the others.

Álvarez-Borrego (2001) noted that, "Since the times of early explorers the Gulf of California has been described as an area of high fertility, owing mainly to tidal mixing and upwelling processes." Cummings (1977) reported zooplankton volumes in the Gulf of California exceeded by a factor of two the values reported by Cushing (1969 in Cummings *op. cit.*) for upwelling regions such as Costa Rica or Peru. Although shelf seas are globally a sink for atmospheric CO_2 (Páez-Osuna et al., 2016), productivity is so high in the Gulf of California that Rodríguez-Ibañez et al. (2013) estimated it is likely a net source of carbon, in the form of CO_2, to the atmosphere. Zeitzschel (1969) recorded rates of primary productivity that were two to three times greater in the Northern Gulf than rates in the open Atlantic or open Pacific at similar latitudes. Hernández-Ayón et al. (1993) and Cupul-Magaña (1994), using data since 1989, reported higher nutrient concentrations (NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, SiO_2) in the delta region than reported for most estuarine and non-estuarine marine environments around the world. Prehistorically high primary productivity in the Gulf of California is recorded in biogenic sediments from throughout the Holocene, and productivity rates have remained high for the past 2500 years (Douglas et al., 2007; Staines-Urías et al., 2009).

Increased primary productivity in the Central and Southern Gulf has frequently been shown to be associated with ENSO events. However, this effect is not seen uniformly throughout the Gulf (Santamaría-del-Ángel et al., 1994b; Thunnell, 1998; Kahru et al., 2004). It appears that the ENSO signal can be masked in the Central and Northern Gulf by strong tidal mixing and upwelling (Álvarez-Borrego and Lara-Lara, 1991; Santamaría-del-Ángel et al., 1994a; Herrera-Cervantes et al., 2010; Páez-Osuna et al., 2016).

Numerous studies in the Gulf have examined primary productivity in the Northern and Upper Gulf, and *all* have shown the region to be highly productive for as far back as published records exist and continuing into the present (e.g., Allen, 1923, 1937, 1938; Gilbert and Allen, 1943; Zeitzschel, 1969; Cummings, 1977; Hernández-Ayón et al., 1993; Cupul-Magaña, 1994; Millán-Núñez et al., 1999; Lluch-Cota and Arias-Aréchiga, 2000; Pérez-Arvizu et al., 2013; Rodríguez-Ibañez et al., 2013). Zeitzschel (1969) noted that productivity in the Gulf is comparable to such areas as the Bay of Bengal and the upwelling areas off North Africa and the western coast of the Baja California Peninsula.

The shallow waters of the Northern Gulf are constantly churned by extreme tides, strong winds, and upwellings to create the most productive region in the entire Gulf. In the Northern Gulf, tidal mixing and turbulence occur year round, advecting nutrients into the mixed layer and generating high productivity (Douglas et al., 2007). Surface nutrient concentrations in the Northern Gulf may be as high as 1.0 μM PO_4, 4.0 μM NO_3, and 18 μM H_4SiO_4 (Álvarez-Borrego et al., 1978). Chlorophyll concentration and phytoplankton productivity peak in March and April, and decline to their minima in August and September (Álvarez-Borrego et al., 1978; Hernández-Ayón et al., 1993). The most abundant phytoplankton of the Northern Gulf are diatoms (*Thallassiosira*, *Nitzschia*, *Coscinodiscus*, *Thallassionema*) and dinoflagellates (*Gymnodinium*, *Prorocentrum*) (Millán-Núñez et al., 1999). The main mechanisms and sources of fertilization in the Northern Gulf are: water exchange with the open Pacific (most influx from the Pacific is nutrient-rich deeper waters), upwelling along coastlines and around islands, mixing by tidal currents and turbulence, thermohaline circulation that moves intermediate waters into the mixed layer, coastal-trapped waves, input of anthropogenically derived nitrates and silicates from farming on the Colorado River Delta, and erosion of ancient Colorado River sediments (Cupul-Magaña, 1994; Argote et al., 1995; Lavín et al., 1995; Gaxiola-Castro et al., 1999). Decomposition of plant matter from halophytes growing on the vast region of the lower delta (visible in Fig. 2 as the brown region below the bright-green agricultural fields of the upper delta) no doubt also contributes to high nutrient levels in the Upper Gulf, although there are no estimates of the magnitude of this contribution.

The Upper Gulf has some of the highest nutrient and chlorophyll-*a* concentrations of any of the world's seas (e.g., Álvarez-Borrego et al., 1978; Hernández-Ayón et al., 1993), and the Upper Gulf and Midriff Islands Region (Islas Ángel de la Guarda and Tiburón, and their associated smaller islands, Figs. 1 and 2) consistently show the highest productivity levels of the entire Gulf of California (e.g., Álvarez-Molina et al., 2013; Pérez-Arvizu et al., 2013; Ulate et al., 2016). del Cortés-Lara et al. (1999) found chlorophyll maxima in the Midriff Islands Region an order of magnitude larger than in surface waters at the mouth of the Gulf. High primary productivity in the Upper Gulf is shown by chlorophyll-*a* concentrations reaching 18.2 mg m^{-3} and averaging 1.8 mg m^{-3} (1997–2007; Pérez-Arvizu et al., 2013). Ulate et al. (2016) showed the Northern Gulf to consistently have higher productivity than the Central or Southern Gulf (annual average 1.7 mg m^{-3}, 1998–2010). As shown by Millán-Núñez et al. (1999) and Morales-Zárate et al. (2004), chlorophyll and primary productivity values in the Upper Gulf indicate that it is an area with high autotrophic productive potential, able to maintain a large food chain where there is no freshwater input. There also appear to be no records of severe hypoxia in the Northern Gulf (Lluch-Cota et al., 2010), which is consistent with the high level of mixing in the region.

In addition to having high nutrient levels and primary productivity, the Gulf is also biologically diverse, harboring about 6000 described animal species, over 2800 of which (including over 130 endemic species) inhabit the Northern Gulf (Brusca et al., 2005; Brusca, 2007, 2010; Herrera-Valdivia et al., 2015; Brusca and Hendrickx, 2015).

We are not aware of any published work providing evidence that a decrease in Colorado River inflow has reduced primary productivity in the Upper Gulf. One direct way to test this hypothesis is to track productivity and river flow over multiple-year time periods, to see if there is a correlation. At least two studies have done this. Nieto-García (1998) compared nutrient levels in the Upper Gulf during one of the largest known post-dam high-river excess flow periods (spring 1993) and a zero-flow period (spring 1996) and found that NO_3 and PO_4 concentrations were actually lower in the flow year (1993). And, when she compared chlorophyll (from in-situ sampling) between the two periods there were no significant differences (Table 1). A 26-year study (Ramírez-León et al., 2015) of satellite-measured chlorophyll in the Northern Gulf also found no statistical relationship between Colorado River inflow and productivity, and found no increase in productivity during the wettest years. In fact, Ramírez-León et al. (2015) found chlorophyll levels actually dropped in the Northern Gulf during the blockbuster El Niño winters of 1983–1984 and 1997–1998, in comparison to those of 1981–1982 and 1999–2000, respectively, suggesting this drop in primary production could have been due to depressed salinities resulting from higher Colorado River flows during those ENSO years.

Seasonal productivity of the Gulf was documented by Thunnell (1998) using sediment traps in the Guaymas Basin. He found late fall-spring sediment deposits dominated by plankton (biogenic sediments) and summer-early fall sediments dominated by lithogenic material (a mix of eolian transport and river runoff, the former being the main contributor). Measurable river runoff is largely due to the summer monsoon rains, which concentrate on the western flanks of the Sierra Madre Occidental ranges to the east, bringing limited fluvial sedimentation to the Gulf (Douglas et al., 2007). Thunnell (1998) characterized this pattern as a direct response to the seasonally reversing monsoon climate, and Thunnell et al. (1994) noted that the diatom production of the Gulf is one of the highest in the world. In the Central Gulf, diatom skeletons can account for 75% or more of the total flux to the benthos (Thunnell, 1998). The summer monsoon rains are the main source of water in northwest Mexico, providing 70% of the annual rainfall and 80% of the surface runoff (Douglas, 1995; Anderson et al., 2000; Páez-Osuna et al., 2016). Summer monsoon conditions in the Gulf were probably established at least 6000 years before present (González-Yajimovich et al., 2007).



Fig. 2. GIS-based map of the Northern Gulf of California and Colorado River Delta. The Laguna Salada Basin covers approximately 990 km^2.

Currently, with lack of direct Colorado River flow to the Gulf of California (and overall high evaporation rates), the Upper Gulf is the equivalent of an inverse (negative) estuary. Like all inverse estuaries, salinity increases toward the head throughout the year. North of the Midriff Islands the Gulf is shallow (mostly <150 m depth) and well mixed vertically throughout most of the year. As with other inverse estuaries in arid regions of the world, the increasing salinity, and thus density, toward the head leads to pressure gradients, water-mass formation, and sporadic gravity currents in both winter and summer (Lavín et al., 1998). Thus, evaporation and increased salinity throughout the Gulf lead to the formation of dense "Gulf Water" which sinks and flows southward (Bray, 1988). Gravity currents tend to occur when the tides and winds are at their weakest. Water is most dense from December to February when the high-salinity water sinks beyond 200-m depth, whereas in summer it reaches depths of only 20–30 m (Carriquiry et al., 2001). The high-salinity water found in winter at the bottom of the Northern Gulf's Wagner Basin comes from the Upper Gulf, including the large Bahía Adair, having reached there by gravity currents. Indirect evidence suggests that the most extensive gravity currents form in October and November, and this is likely when the relatively hypersaline surface waters of the Upper Gulf move into mid-depth layers as the water cools (Bray, 1988; Lavín et al., 1998).

Lavín and Sánchez (1999) observed oceanographic conditions in the Upper Gulf during a controlled March–April 1993 river water release to the Colorado River Delta. The delta region and uppermost Gulf switched from a negative (inverse) estuary condition to a positive estuary, with salinity and density decreasing toward the head and dilution detectable up to 70 km seaward from the river's mouth, in the westernmost Upper

Table 1
Ranges of surface salinity (S), nutrient (NO_3, PO_4), and chlorophyll *a* (Chl) concentration values in the Upper Gulf. Values are from water samples and CTD measurements. Nutrients are in μM and Chl is in mg m^{-3}. 1993 was a "wet" year, 1973 and 1996 were "dry" Colorado River flow years. Salinity data for March 1973 are from Álvarez-Borrego et al. (1975), data for April 1993 from Lavín and Sánchez (1999), and data for April 1996 from Nieto-García (1998). Nutrients and Chl data from April 1993 to April 1996 are from Nieto-García (1998). WUG, Western Upper Gulf. CUG, Central Upper Gulf. EUG, Eastern Upper Gulf.

	Years	S (‰)	NO_3	PO_4	Chl
WUG	1993 (wet)	32.0 – 35.4	0.1 – 0.3	0.3 – 0.7	0.5 – 1.5
	1973 (dry)	36.2 – 36.4			
	1996 (dry)	36.0 – 37.0	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	0.5 – 1.5
CUG	1993 (wet)	32.2 – 35.4	0.1 – 0.7	0.2 – 0.6	0.5 – 1.5
	1973 (dry)	36.0 – 36.1			
	1996 (dry)	35.8 – 36.4	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	0.5 – 1.5
EUG	1993 (wet)	34.6 – 35.4	0.3 – 0.5	0.6 – 0.7	0.5 – 4.5
	1973 (dry)	35.7 – 36.2			
	1996 (dry)	35.8 – 36.2	0.1 – 0.5	1.0 – 2.0	0.5 – 1.0

Gulf. Rodríguez et al. (2001a,b) estimated about the same distance for historical (pre-dam) freshwater penetration based on an oxygen isotope analysis of shells of the clam *Mulinia modesta* (in contrast to Cintra-Buenrostro et al.'s, 2012 40-km estimate). Thus, the dilution effect, when it occurs, extends to about the latitude of San Felipe, a relatively small distance into the Northern Gulf and only about 6% the length of the entire Gulf.

Key studies on Northern Gulf oceanography, since 1974, include: Álvarez-Borrego and Galindo-Bect, 1974; Álvarez-Borrego et al., 1975; Álvarez-Borrego and Schwartzlose, 1979; Bray, 1988; Álvarez-Borrego and Lara-Lara, 1991; Lavín et al., 1995, 1997a,b, 1998; Nieto-García (1998); Lavín and Sánchez, 1999; Soto-Mardones et al., 1999; Martínez-Díaz-de-León, 2001; Álvarez-Borrego, 2001, 2002; Álvarez and Jones, 2002; Carrillo et al., 2002; Palacios-Hernández et al., 2002; Lluch-Cota et al., 2007; Ramírez-León et al., 2015.

3. Colorado River flow and fisheries productivity in the Northern Gulf

> "The problems related to depletion of fish stocks and endangered species (such as the totoaba and the vaquita) in this area are the result of inadequate fisheries management, not the lack of freshwater or nutrient input."
>
> [D.L. Alles, 2011]

3.1. Introduction

Prior to construction of Hoover (Boulder) Dam, large runoffs of Colorado River water frequently (but episodically) discharged into the Upper Gulf of California. The largest river flows were associated with snowmelts and rains in the Upper Colorado River Basin and occurred May to August, peaking in June (Sykes, 1937; Harding et al., 1995; Pontius, 1997; Lavín and Sánchez, 1999; Dettman et al., 2004; Pérez-Arvizu et al., 2009). Today, however, due to excessive damming and diversion of the Colorado River (beginning with Hoover Dam) almost none of the river flow reaches the Gulf of California except in extremely wet years (e.g., El Niño years). The filling of Lake Mead (which Hoover Dam impounds) continued into the 1940s. Reduced water flows across the U.S.-Mexico border occurred sporadically after Lake Mead filled until construction of Glen Canyon Dam and the filling of Lake Powell, which lasted from 1963 to 1981, during which time practically no water flowed to the Gulf of California. After that, from 1983 to 1988, and in 1993 and 1997–2000, excess water releases into Mexico, through the Morelos Diversion Dam (located in the Mexican border town of Algodones, Baja California) occurred due to flood-flow conditions and release protocols. However, there are no published data on how much of the "excess water" actually reached the Gulf of California. Unpublished surface salinity data from the Upper Gulf, from E. A. Aragón Noriega for June 2000 (pers. comm., Oct. 2016), showed daily mean salinities of ~38‰–40‰, implying no river water was reaching the Upper Gulf, even though this was a year of "excess flow" as recorded at the SIB.

The 1980s and 1990s were two of the wettest decades on record in the U.S. Southwest. Cohen et al. (2001) calculated that from 1992 to 1998 a mean of 18.6×10^9 m^3 yr^{-1} Colorado River surface water crossed the border into Mexico, recognizing 1993, 1997 and 1998 as "flood years." However, even in the wet years of the 1980s and 1990s, with increased border releases, much of the surface water entering Mexico did not reach the Gulf of California, but was diverted by a broad variety of canals, drainages, and sinks in the Mexicali Valley where most of it was used for agriculture or lost to evaporation.

The American Southwest has been warming and drying for decades, and at an accelerating pace (Diffenbaugh and Giorgi, 2012; Hayhoe et al., 2004; CLIMAS, 2012). Analysis of the recent 60-year continuous U.S. Weather Service data for Tucson (Arizona) shows that average annual precipitation has been on the decline since 1991 and has been below the 60-year average since 1997 (Brusca et al., 2013). Overall, since at least 1960, the most consistent source of water to the lower Colorado River Delta of Mexico has been agricultural and wastewater drainage, which has provided ~40% of the total inflows to the Colorado River-Río Hardy mainstem complex in non-flood years (Cohen et al., 2001; Orozco-Durán et al., 2015). Cohen et al. (2001) noted that, since 1960, agricultural drainage and returns from irrigation canals have provided greater discharge (310×10^6 m^3 yr^{-1}) than median discharge from the mainstem of the Colorado River (180×10^6 m^3 yr^{-1}) (based on International Boundary and Water Commission [IBWC] data).

During non-flood years, most of the Colorado River channel south of the border is dry all the way to its junction with the delta's 24 km-long Río Hardy, at which point it usually regains surface water due to a combination of agricultural and wastewater drainage from the Río Hardy (and upstream inflow of seawater during high spring tides). The Río Hardy joins the mainstem of the Colorado River about 65 km north of the mouth of the river (near the tourist camp of *La Mosqueda*), creating a small, brackish, largely perennial flow to the sea (INEGI Maps, Mexicali and San Felipe quadrangles, 1993). During high amplitude spring tides (the large rise and fall of the tide at or close to the new and full moons), Gulf waters can often penetrate the river's channel almost to this junction. Thus, Glenn and Nagler (2007) considered the juncture of the Hardy and Colorado mainstem to be the beginning of the intertidal zone of the Upper Gulf. In contrast, Cohen et al. (2001) considered the final 19 km of the Colorado River to be the beginning of the intertidal zone. The latter is the more accurate because near the junction of the Colorado River and Río Hardy riparian vegetation is dominated by non-native saltcedar (*Tamarix ramosissima*), indicating a fresh or brackish-water environment; whereas the final 19 km of the river is dominated by the endemic marine grass *Distichlis palmeri*, indicating true tidal-flat habitat. And, since the turn of this century, spring tides have rarely penetrated beyond ~25 miles up the river channel due to a large sand bar in the riverbed (see Section 4).

The Colorado River watershed has been in drought condition since 2000, and very little surface water (beyond the annual base allocation to Mexico) has crossed the international border (U.S. Department of the Interior, 2013a,b). Climate models predict that the Southwest will continue to warm and dry over the coming decades, reducing the prospect of Colorado River surface water reaching the Gulf of California for the foreseeable future (Christensen et al., 2004; Hayhoe et al., 2004; CLIMAS, 2012; Diffenbaugh and Giorgi, 2012; U.S. Department of the Interior, 2013a). Brito-Castillo et al. (2003) estimated past winter stream flows into the Central and Southern Gulf as far back as 1712,

extrapolating that low winter stream flows to the Gulf could be predicted for at least the next two decades.

There has been very little written regarding possible effects of climate change in the Gulf of California, and nothing on the effects of climate change on primary or secondary productivity in the Northern Gulf (Páez-Osuna et al., 2016). Notably climate-sensitive species, such as mangroves and hermatypic corals do not occur in the Northern Gulf. Lluch-Cota et al. (2010) modeled the physical and ecological components of the Gulf at three time scales (ENSO, decadal to interdecadal, and long-term trends). They found no significant sustained long-term trend in recent decades for any of the three time series considered. Instead, variability seemed to be fully dominated by the interaction of ENSO and the Pacific Decadal Oscillation. Morzaria-Luna et al. (2013) assessed vulnerability of fishing communities in the Northern Gulf, attempting to estimate possible effects of anthropogenic threats and climate change, but their study presented no new ecological data related to these threats. Morzaria-Luna et al. (2014) discussed possible impacts of climate warming on coastal lagoons in the Upper Gulf, but their paper, while interesting, was purely speculative, presented no actual data, and concluded with a list of recommended monitoring suggestions. So, little has been written on potential effects of climate change in the Gulf of California that even the GIWA (Global International Waters Assessment) Gulf of California assessment chose not to discuss the subject, stating "Due to the lack of data and references, the concern [about climate change] was omitted" (Arias et al., 2004).

Climate-change-driven sea level rise will be one of the most important outcomes of global warming. Ruiz-Fernández et al. (2016) estimated sea level rise in the Southern Gulf (using sediment accretion rates in cores from Estero de Urias Lagoon, near Mazatlán) over the past 100 years. They documented increasing rates of sea level rise, from a minimum of 0.73 ± 0.03 mm yr^{-1} at the beginning of the 20th century, to 3.87 ± 0.12 mm yr^{-1} during the period 1990–2012. Their estimated trend between 1950 and 1970 was comparable to tide gauge records at Mazatlán. It has been projected that by the end of the 21st century global mean sea level will be 0.26 m to 0.98 m higher than today, with a rate of rise during the last 20 years of 8 to 16 mm yr^{-1} (IPPC, 2013). Based on time series from tide gauges and from satellite altimetry, Páez-Osuna et al. (2016) estimated sea level rise in the Northern Gulf, from 1993 to 2015, to be 2.0 ± 0.4 mm per year, which results in a projection of 0.17 ± 0.03 m rise by the end of the 21st century. This rate of rise is greater than that estimated for the Central and Southern Gulf (it is four times the rate of the Southern Gulf). The faster rise in the Northern Gulf is attributed largely to greater thermal expansion of the shallow, warm seas in the region. Continued sea level rise at the head of the Gulf will lead to marine transgression across the lower delta. Low-lying areas will obviously be taken back by the sea first, including Laguna Salada, the Colorado and Hardy River channels, and topographic lows along the Cerro Prieto Fault Line (e.g., Ciénegas Santa Clara and El Doctór).

Mexico's annual 10% share of Colorado River water is delivered to the Morelos Dam at the U.S.-Mexico border. Although the river's mainstem channel continues 150 km to the sea, the river's entire flow is typically diverted at this dam, which is not a storage facility but a diversion and switching station, feeding a complex maze of irrigation canals on the delta. The quality of water entering Mexico from the U.S. was not a serious issue until the early 1960s. But throughout the 1950s, rapid population and agricultural growth in the Southwest fueled ever-increasing demands for Lower Colorado River Basin water. Excess water became scarce and Arizona began pumping saline agricultural waters (from the Wellton-Mohawk Irrigation District) back into the Colorado River, increasing salinity and introducing agricultural byproducts. In November 1961, Mexico formally protested that the salty water it was receiving was not suitable for agricultural use, and thus the U.S. was in violation of the 1944 U.S.-Mexico Treaty on the Utilization of Waters of the Colorado and Tijuana Rivers and of the Rio Grande (the "water treaty"), which had committed 1.5 million acre-feet (1.85×10^9 m^3) of the Colorado River's annual flow to Mexico. In fact, the salinity had climbed from 800 ppm (800 mg/l) to nearly 1500 ppm (1500 mg/l). It took more than 10 years for a proposed solution to this problem to be formally accepted.

In 1973, an agreement was signed (Minute 242 of the water treaty) specifying that the U.S. would meet standards of average water quality by building a desalination plant near Yuma, Arizona, to process the water from the Wellton-Mohawk diversion. The agreement stated that the mean annual salinity of the water delivered to Mexico at the Northerly International Boundary would not exceed 115 ppm (~115 mg/l) greater than the salinity of the river upstream at Imperial Dam (which, in non-flood years, is around 784 ppm). In the meantime, while the plant was being constructed, the U.S. built the Main Outlet Drain Extension (MODE) canal, a bypass canal to carry the salinized Wellton-Mohawk drainage to Mexico's Ciénega de Santa Clara wetland in the southeastern section of the lower Colorado River Delta. The MODE canal began delivering wastewater to the Ciénega in 1977, and the wetland grew from ~200 ha (2 km^2) to ~10,000 ha (100 km^2) (Nelson et al., 2013a). Situated in one of the depressions formed by the Cerro Prieto Fault, the ciénega is now the largest wetland on the delta and has had a relatively stable mean input flow of 4.74 m^3 s^{-1} since the MODE canal began operating (Greenberg and Schlatter, 2012; Mexicano et al., 2013; Carrillo-Guerrero et al., 2013; Hinojosa-Huerta et al., 2013a, 2013b; Gómez-Sapiens et al., 2013; Glenn et al., 2013a,b). This bypass, and selective pumping of the Wellton-Mohawk wells and drainage, led to a slight reduction in salinity of Mexico's water allotment to 1245 ppm (still well above the 1973 Minute 242 agreement). The desalination plant was finally completed and has had several test runs, but high operational costs and brine disposal issues have so far kept it from going into full operation. In 2007, Nagler et al. reported the salinity of the Colorado River at the international border to be nearly 1000 ppm (inadvertently reported as 1000 "ppt" in Nagler et al., 2007, Nagler, pers. comm.), also above the Minute 242 agreement. As expected, agriculture drainage returns further increase salinity of the river water south of the border, and Valdés-Casillas et al. (1998) found that at the confluence of the Colorado's mainstem with the Río Hardy it ranged from 1810 ppm to 560 ppm, the latter during a 1997 flood event.

It has been estimated that the Colorado River might have delivered an annual average of 16–18 $\times$ 10^9 m^3 (565–636 billion ft^3) of fresh water to the lower delta before dams on the river were built (Harding et al., 1995 estimated that pre-dam annual river discharge ranged between 8 $\times$ 10^9 and 30.8 $\times$ 10^9 m^3 yr^1). And, an estimated 50 to 500 million metric tons of sediment might have been delivered annually to the delta, although the amounts of 135, 160 and 180 million tons are most commonly cited (van Andel and Shor, 1964; Milliman and Meade, 1983; Minckley, 1991; Morrison et al., 1996; Carriquiry and Sánchez, 1999; Alles, 2011). Montaño (2003), Montaño and Carbajal (2008), and Hernández-Azcúnaga et al. (2014) estimated that the river contributed more than 50% of the total sediment brought to the Northern Gulf, the remainder resulting from wave erosion of the low cliffs and alluvial shores along the coastline of Sonora beginning about five million years ago, when the Colorado River and Upper Gulf probably first encountered one another. Despite the decrease in Colorado River flow into the Northern Gulf, Baba et al. (1991) found no change in the mass accumulation rate of sediments, noting that these are supplied from other sources and from resuspension of ancient deltaic sediments of the Colorado River Delta.

Today, the Colorado River Delta is no longer receiving riverine sediments and instead is being slowly eroded by tides and currents. The main source of suspended sediments in the Northern Gulf today is thus from erosion or resuspension of ancient delta deposits (Carriquiry, 1993; Carriquiry and Sánchez, 1999; Carriquiry et al., 2001, 2011; Álvarez and Jones, 2002; Alles, 2011). Most of the seafloor of the Northern Gulf is carpeted with nonconsolidated deposits that originated from the delta, with the finer sediments occurring mainly

on its western side and the coarser sediments on its eastern (Sonoran) side (Carriquiry and Sánchez, 1999; Carriquiry et al., 2001; Hernández-Azcúnaga et al., 2014). During spring tides, when tidal currents are strong, the resulting turbulence in the water column resuspends and scatters these sediments to such an extent that they become visible to satellite imagery, especially in the uppermost Gulf and Bahías Adair and San Jorge on the northwest coast of Sonora (Lepley et al., 1975; Carbajal et al., 1997; Souza et al., 2004; Hernández-Azcúnaga et al., 2014).

Beginning with the Colorado River Compact of 1922, and followed by the water treaty of 1944 and its pursuant acts, amendments, and agreements, seven western U.S. states and Mexico have been allocated the delivery of a total annual water volume that exceeds typical flows in the Colorado River. A total of 9.3×10^9 m^3 (7.5×10^6 acre-feet, 3.2×10^{11} ft^3) is allotted to the Upper Basin states (Colorado, Wyoming, Utah, New Mexico) and the same amount to the Lower Basin states (California, Arizona, Nevada). The 1944 water treaty guarantees Mexico 1.85×10^9 m^3 (6.53×10^{10} ft^3) of water per year. In both Arizona and California, about 60% of the allotment of Colorado River water is diverted for agriculture. Current U.S. agricultural water prices for Colorado River water range from $16 to $32 per acre-foot, whereas municipal prices range from $300 to more than $880 per acre-foot. A brief reflection on these statistics illuminates the myriad conflicts that revolve around water usage and conservation in the American Southwest today.

It is clear that the quantity and quality of Colorado River water reaching the Northern Gulf of California has diminished, and it is perhaps not surprising that several researchers have questioned the effects of this on the ecosystem health and productivity of the Gulf (see below). It is well established that return of some measure of Colorado River surface flow to south of the border is desperately needed for the delta's riparian wetlands (e.g., Glenn et al., 1992, 1995, 2001a,b, 2008, 2013a,b; Luecke et al., 1999; Stromberg and Chew, 2002; Glenn and Nagler, 2007; Zamora and Flessa, 2009; Zamora et al., 2013). The main source of water currently supporting those wetlands is the underlying aquifer, which today derives mainly from underflows from irrigated fields in the U.S. and Mexico. However, surface flows are required to reduce soil salt levels and germinate new cohorts of native trees (Hinojosa-Huerta et al., 2013b).

The loss of riparian wetlands across the upper delta is well documented; it is an urgent crisis that needs to be addressed by cooperative measures between Mexico and the U.S. The 2000 Minute 306, 2010 Minutes 316 and 317, and 2012 Minutes 318 and 319 amendments to the U.S.-Mexico Water Treaty, which culminated in a one-time release of a pulse flow (105,392 acre-feet; 130×10^6 m^3) into the delta between March 23 and May 18, 2014, were important steps in that direction (Pitt et al., 2000; Wheeler et al., 2007; Glenn et al., 2013a,b; Flessa et al., 2013; IBWC2014; Witze, 2014; Hodson, 2014). However, it should be noted that those protocols are not meant to deliver surface water to the Gulf of California, but only along the riparian corridor of the upper delta (about 98% of the 2014 pulse-water release was absorbed into the water table over the first 60 km from its release at Morelos Dam; IBWC, 2014; Zeilinski, 2014; NASA, 2015). The delta's riparian corridor should not be confused with the marine-dominated lower tidal delta (the intertidal zone) and the Upper Gulf of California, which is the subject of this review. Daesslé et al. (2016) assessed the sources and sinks of nutrients and carbon along the course of the Colorado River on the delta during the 2014 water pulse. They were unable to find evidence for nutrient input into the Upper Gulf from the river flow. In fact, dissolved inorganic nitrogen/nitrates were depleted quickly in the riverbed below Morelos Dam, suggesting a denitrification process and/or significant uptake of nitrogen by riparian and wetland vegetation as the water moved downstream.

Several researchers have suggested that reductions of freshwater surface flow from the Colorado River have negatively impacted biological productivity in the Upper Gulf—including production of wild shrimp (blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris*, 65% to 90% of the total shrimp catch in the Northern Gulf, and brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis*), the endemic sciaenid fishes, totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*), and the critically endangered endemic vaquita porpoise (*Phocoena sinus*). The published, empirical studies arguing for this hypothesis are reviewed below. Most of the published ecological work in this regard has relied on measurements of Colorado River surface flow at Morelos Dam (at the Southerly International Border, SIB) as a proxy for how much freshwater surface flow was thought to actually enter the Upper Gulf—almost certainly an erroneous assumption (see Cohen et al., 2001; All, 2006, 2007; All and Yool, 2008, and Section 4 below).

The principal published studies arguing that decreased finfish and shellfish productivity in the Upper Gulf might be due to decreased Colorado River flow are: Galindo-Bect et al. (2000), Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera (2000), Aragón-Noriega and García-Juárez (2002), and Pérez-Arvizu et al. (2009) for penaeid shrimp; Lercari and Chávez (2007) and Rowell et al. (2008a,b) for totoaba; Rowell et al. (2005) for Gulf corvina; and Kowalewski et al. (2000) and Cintra-Buenrostro et al. (2012) for the clam *Mulinia modesta* (also see http://www.geo.arizona.edu/ceam/Hecold/hecolcd.htm). These studies are reviewed below.

3.2. Penaeid shrimp

Penaeid shrimp are fished in the Gulf of California by two methods, industrial bottom trawlers (that have a very large bycatch, e.g., Pérez-Mellado and Findley, 1985) and artisanal boats (*pangas*) that use small gillnets and have a small bycatch. In the Northern Gulf, over the past three decades, the number of shrimp trawlers has decreased while the number of artisanal boats has steadily increased (Rodríguez-Quiroz et al., 2009). In the Northern Gulf today, industrial trawlers work out of San Felipe and Puerto Peñasco; artisanal shrimp fishers work out of those ports as well as El Golfo de Santa Clara.

Four studies have suggested a correlation between Colorado River flow across the U.S.-Mexico border and shrimp production in the Upper Gulf. Galindo-Bect et al. (2000) examined the industrial shrimp catch from trawlers operating out of San Felipe. Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera (2000) and Aragón-Noriega and García-Juárez (2002) sampled blue shrimp postlarvae in the San Felipe area from 1993 to 1997 (the latter study also analyzed commercial catch data from San Felipe and El Golfo de Santa Clara during 1995–1998). Pérez-Arvizu et al. (2009) examined the artisanal shrimp catch out of El Golfo de Santa Clara. All four studies used measurements of Colorado River surface flow taken at the Southerly International Boundary (SIB) gauging station on the U.S.-Mexico border as a proxy for presumed flow reaching the Gulf. (Cohen, 2005, noted that the SIB flow gauge is highly inaccurate and has >15% error rate.) None of these studies measured actual river flow into the Gulf, nor did they report salinities in their study areas during the research time periods—critical variables needed to support the validity of their correlation analyses. Thus, there is no way of knowing how much Colorado River water, if any, was actually reaching the Gulf in the years included in these analyses, or if the sampled shrimp populations were actually exposed to fresh or brackish water. However, owing to the field research of Lavín and Sánchez (1999) we do know that in 1993 a large excess river water release reached the Upper Gulf (but it did not enhance primary productivity; see discussion of Nieto-García (1998) below). We also know that some surface freshwater reached the Upper Gulf in 1984 and 1997, but we do not know how much (Nelson et al., 2013a,b; Fig. 3a).

The study by Galindo-Bect et al. (2000) used industrial shrimp trawler catch (landing) data from San Felipe and the number of licensed trawlers working out of that port from 1982 to 1996. They calculated catch-per-unit-effort (CPUE) by dividing reported overall shrimp catch by the number of San Felipe trawlers licensed each year. They did not account for small boat, artisanal shrimp catch and its steady growth

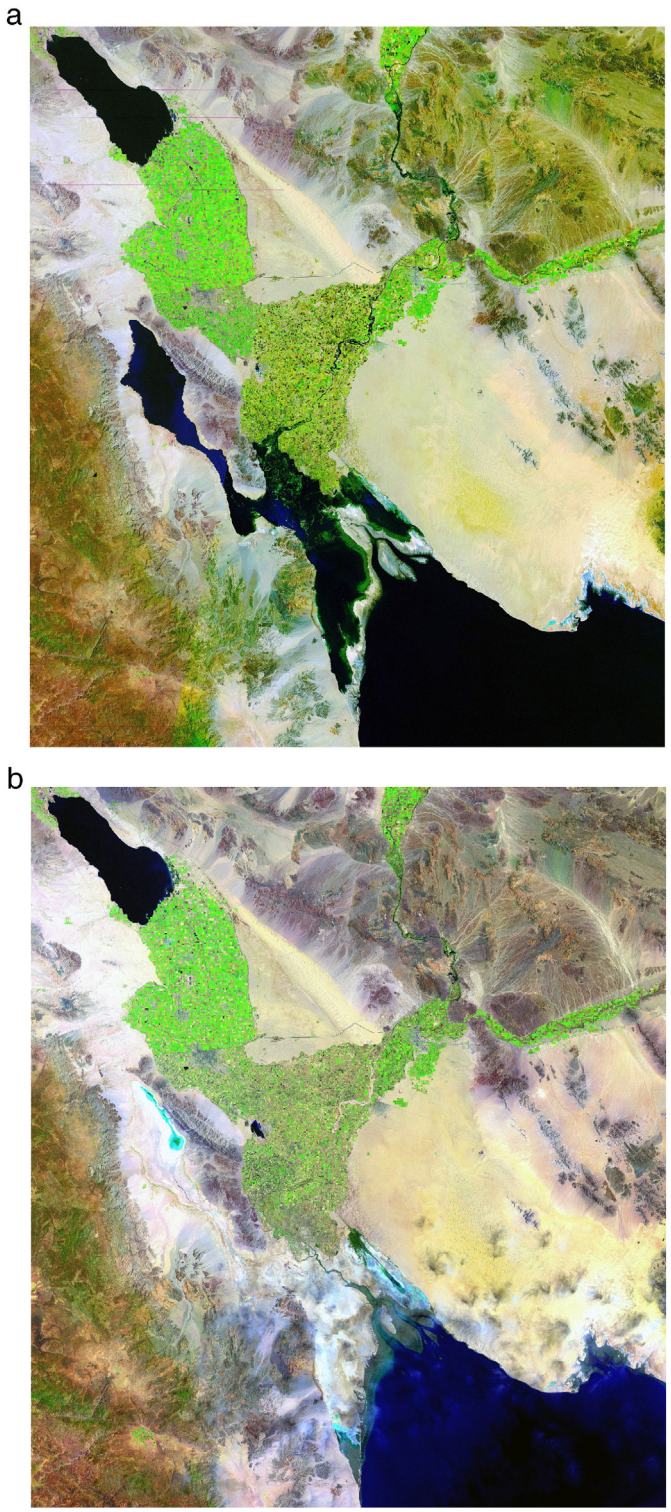


Fig. 3. LANDSAT images of the Colorado River Delta, showing Laguna Salada Basin filled (1984) and empty (1990). (A) The 1983–84 El Niño event led to excess water releases into the Colorado River channel through Morelos Dam, filling the Laguna Salada Basin and connecting it to Ciénega de Santa Clara when most of the delta flooded from April to June. This June 1984 composite image of the Colorado River Delta, based on Landsat Thematic Mapper (sensor 5), shows Laguna Salada covering approximately 990 km^2, and a total flooded area of the delta covering 2500 km^2. Dark blue and black represent standing surface water (data ground-truthed). For scale, the Sierra Cucapá-Sierra El Mayor range is approximately 90 km long. (B) After several years without flooding rains or excess water releases through Morelos Dam, Laguna Salada is reduced to a very small size (1990 image).
LANDSAT images courtesy of Alejandro Hinojosa-Corona (CICESE, Ensenada, México).

over their study period. They did not provide data on actual fishing (trawling) times, boat efforts, size frequency of the vessels, or locations of actual fishing activities. They did not account for the fact that fishers (both industrial and artisanal) from Puerto Peñasco and El Golfo de Santa Clara were also fishing for shrimp in the same areas (Upper Gulf Biosphere Reserve), and that these efforts changed from year to year. They did not consider probable multiple shrimp spawning events during the fishing season. All of these factors contribute in complex but unknown ways to the annual variation in shrimp catch reported for San Felipe.

Their overall annual shrimp catch data showed a statistical correlation to river flow at the SIB station, both for the same year and for flow during the previous year. However, CPUE showed no significant correlation to river flow, or to number of trawlers, nor to total catch. Galindo-Bect et al. (2000) concluded that the higher overall catches recorded in "flood years" during their study period might be due to brackish water improving the survival of early life stages of shrimp and that decreases in river discharges might have adversely affected shrimp production. While their correlation of border-water flows to overall catch by the San Felipe shrimp boat fleet is intriguing, there are several reasons to question their conclusions.

First, commercial shrimp trawlers in the Northern Gulf are highly variable in their fishing efforts. Some fish only one or two nights at a time, others will stay at sea for weeks. Some trawler owners (*patrones*) keep their boats at sea as much as possible during the season; others allow their boats to remain in port for long periods of time. Boat and gear repairs, ability to fuel and provision the boat, and health of the crew also create highly variable fishing efforts among the boats. And because a shrimp boat is licensed in San Felipe does not mean it is always fishing in that region, perhaps not even in the Upper Gulf; it only means that the boat must return to San Felipe to offload and sell its catch. By using only the number of boats licensed to operate out of San Felipe, it is likely that Galindo-Bect et al. (2000) did not capture the true CPUE of the fishing fleet. And, the lack of correlations between CPUE and river flow, and CPUE to trawler number or total catch, argue that their method of estimating CPUE could easily have been inaccurate. Increased overall annual shrimp catch could have simply been the result of increased fishing effort and not increased freshwater inflow to the Upper Gulf. In fact, Rodríguez-Quiroz et al. (2010) showed that increased shrimp catch in the Upper Gulf from 1995 to 1997 was directly correlated to increased fishing effort, and most fishers believe that increased flow in the river argues favorably for potential catch and may therefore expend more effort fishing during wet years. Both overall catch and catch-per-unit-effort for shrimp in the Northern Gulf have fluctuated widely historically, and consistently since the year 2000, even with virtually no river water reaching the Northern Gulf (Rodríguez-Quiroz et al., 2009).

Accurate catch data for shrimp are notoriously difficult to acquire, and "production data" based on shrimp landings often do not represent actual "catch data" because shrimpers commonly do not offload or sell the smaller-sized shrimp (called *pacotilla*) to the processing plants, or the plants do not accurately classify them. Accurate estimates of catch (by weight or size) should be made on-board the trawlers themselves, where the modal length of shrimp caught may be 15–20 mm shorter than what is found in the processing plants (López-Martínez et al., 2003). Throughout the Gulf of California, interannual variations in shrimp catches are known to vary broadly. For example, from 1950 to 1995, commercial trawler annual catch by the Guaymas fleet varied from a low of ~3000 metric tons to a high of ~7600 metric tons (López-Martínez et al., 2003), roughly tracking fishing effort. In addition, the prolonged ENSO event of 1991 to 1994 (during the period of the Galindo-Bect et al., 2000 study) led to winter sea surface temperatures in the Gulf that were 2°–3 °C warmer than the previous two years due to increased northward transport of tropical surface waters and a concomitant decrease in the strength of the California Current

(Bernal, 1981; Thunnell, 1998), and the effect of these warmer waters on shrimp production is unknown.

Another reason to question the Galindo-Bect et al. (2000) conclusion is their use of Colorado River water crossing the border as a proxy for water reaching the Upper Gulf. All (2006, 2007) pointed out that water measurements at the SIB gauging station, near the U.S.-Mexico border, do not reflect water actually reaching the Upper Gulf, and there probably have been no substantial Colorado River surface flows into the Upper Gulf since the 1960s (except for a few of the unusually wet years during the periods of 1980–1988, 1993, and 1997–1999). Cohen and Henges-Jeck (2001) and Cohen et al. (2001) came to the same conclusion in a very carefully calculated mass-balance assessment of surface water on the delta for the years 1992–1998. In fact, it is likely that there has been little substantial flow into the Gulf, except in the largest flood years, since the mid-1930s, beginning with the construction of Hoover and, subsequently, Glenn Canyon Dams. Subsequent to the filling of Lake Powell (behind Glenn Canyon Dam) during the early 1980s, limited and infrequent water flows reached the delta, and some riparian vegetation re-established (Stromberg, 2001; Zamora et al., 2001). Although excess flow releases across the border were recorded in 1980–1981, 1983, 1988, and 1993, little river water could have reached the sea from 1980 to mid-1984 due to the presence of a large sand bar blocking the lower river channel, which created up-channel floods on the delta (Nelson, 2007; Nelson et al., 2013a; Fig. 3a). And most of the Colorado River Basin has been in a drought condition since at least 2000, and no Colorado River surface water has reached the Upper Gulf since then (IBWC, 2014).

All (2006) stated, "…large influxes of freshwater from the Colorado River rarely reach the Gulf. Thus, other factors, such as overfishing in the shrimp habitat are responsible for the boom and bust cycles in the region's fishing industry." All (2006) argued that the water Galindo-Bect et al. (2000) had assumed flowed to the sea was actually impounded upstream by various diversions in Mexico, including the huge evaporative basin of Laguna Salada (which is at least 11 m below sea level at its lowest point), and most of it never reached the Gulf (see comments on Laguna Salada in Section 4 below). The view that Laguna Salada, and other low basins, have historically captured much or most of the water from the Colorado River Delta during flood years is corroborated by Sykes (1937), Luecke et al. (1999), Cohen and Henges-Jeck (2001), and Cohen et al. (2001); and is revealed in satellite imagery (e.g., Fig. 3a). This may help explain why Galindo-Bect et al. (2000) found no correlation between river flow and catch-per-unit-effort during their study period. However, in at least one of the years of the Galindo-Bect et al. (2000) study, 1993, substantial Colorado River flow did reach the Gulf (Lavín and Sánchez, 1999; Nelson et al., 2013a,b).

Other than the detailed historic research by Godfrey Sykes from 1890 to 1935 (Sykes, 1937; see below), no long-term or sustained records of Colorado River flow south of the border are available, so we have no way to reconstruct the actual history of that flow into the Gulf, other than indirectly, as All (2006) did. A flow gauging station once existed on the river channel south of the border, at El Marítimo, but it was destroyed by the 1983–84 El Niño floods, and Cohen et al. (2001) judged data from that station to be inaccurate anyway for multiple reasons anyway.

Glenn et al. (2007) published a rebuttal to the All (2006) paper, and All (2007) responded to it. All's response was thorough, but perhaps the most important point he addressed was the claim in the Glenn et al. (2007) rebuttal that Laguna Salada was simply too small to account for the capture of the volume of water crossing the border, and, therefore, the excess must have reached the Upper Gulf. But Glenn et al. (2007), based on an unpublished, undated, online report by Compeán-Jiménez et al. (1981), used a surface area of only ~400 km^2 (40,700 ha) for Laguna Salada, which is far too small. Further, the Glenn et al. (2007) rebuttal to All's (2006) paper calculated the "evaporative capacity" of Laguna Salada based on a surface size of just 220 km^2, suggesting that (in 1993) the lake would have lost 0.3×10^9 m^3 of water to evaporation (7% of the 1993 flow). However, based on a review of multiple sources of information, All's estimate for Laguna Salada's area of 1000 km^2 appears fundamentally accurate (see Section 4, below). Further complicating the story is Nelson's (2013a) estimate that flow into Laguna Salada might have ceased around 1986, which would suggest that the first 4 or 5 years of the Galindo-Bect et al. (2000) study was during a period when the river could flow into Laguna Salada, while an unknown number of the remaining 10 years might have been a period when the river flow did not divert into the laguna. However, Cohen et al. (2001) found standing water in Laguna Salada in the years 1993, 1997 and 1998 (using LANDSAT satellite imagery). And, Valdés-Casillas et al. (1998) reported Laguna Salada holding water in 1997.

In the second study examining the relationship of Colorado River flow to shrimp productivity, Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera (2000) took shallow-water samples of blue shrimp postlarvae in the San Felipe area for 5 years, 1993–1997. Two of those years had excess Colorado River flow past the SIB (1993, 1997); the other three did not. They reported a weak, but positive correlation between SIB release flow and postlarval abundance, which was highest in the two flood years, 1993 and 1997. They suggested that this observation could indicate a preference by postlarvae for lower salinity water or, because shrimp use this same area as a nursery every year even when there is no freshwater flow, a preference for the "taste" of the river water (e.g., Mair et al., 1982). However, they did not report salinity values in their survey area for any of the years of their study.

Aragón-Noriega and García-Juárez (2002) reanalyzed those blue shrimp postlarvae data from the San Felipe area (1993 to 1997), plus they obtained commercial catch data for the ports of San Felipe and El Golfo de Santa Clara from 1995 to 1998. Only artisanal (*panga*) catch data were used, thus the shrimp catches were from areas near those two ports. They also used Colorado River flow data based on SIB release flow. Although they claimed to have taken salinity from the San Felipe area during their postlarvae sampling (the same sampling as the Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera, 2000 study), no salinity data were reported in their paper and none have been recoverable by Aragón-Noriega (pers. comm., October 2016). Thus, there is no way of knowing how much, if any, Morelos Dam release water reached the Gulf of California during their study period. The largest postlarval abundances found were in 1993 (43.6 larvae/m^3) when river flow at SIB exceeded 300 m^3 s^{-1}, and 1997 (47.7 larvae/m^3) when that flow barely exceeded 100 m^3 s^{-1}. Thus, the 1993 flow was nearly three times the volume of the 1997 flow, yet 1997 showed higher postlarval abundance. This suggests no clear relationship between river flow (at Morelos Dam) and postlarval abundance in the Upper Gulf. The highest average catch-per-unit-effort (kg shrimp per fishing day) was in 1997 and 1998 (21.5 kg shrimp per fishing day in both cases), but 1997 had a river flow of only 116 m^3 s^{-1}, whereas 1998 had a river flow of 208 m^3 s^{-1}. This suggests that there is no clear relationship between river flow and catch. Their statistical support for a relationship between catch and SIB river flow over the 5 years of the study was very low. Aragón-Noriega and García-Juárez (2002) concluded that their data suggest there is a "threshold" at which river flow enhanced reproduction in blue shrimp in the Upper Gulf, and speculated that threshold to be 100 $m^3 s^{-1}$. However, their data set is too limited to lend strong support for such a hypothesis, and their reliance on border water release and not river water actually reaching the Gulf, as well as the absence of salinity data for the Upper Gulf during their sampling period, renders this conclusion circumspect.

The Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera (2000) and the Aragón-Noriega and García-Juárez (2002) papers used the same postlarvae sampling data (Aragón-Noriega, pers. comm., October 2016). However, this is not mentioned in either paper and neither paper cites the other. Furthermore, different conclusions were reached in the two papers, and neither study had strong statistical support. The data set analyzed

for postlarval abundance, in both cases, comprised only 5 data points (total catch for each of 5 years), as they did not analyze monthly postlarvae abundance samples independently, but rather combined April through November, even though river flow would likely not have peaked until June, thus reducing the ability to identify a cause-effect relationship between flow and larval abundance.

Pérez-Arvizu et al. (2009) undertook a study similar to that of Galindo-Bect et al. (2000), but instead of using data gleaned from commercial shrimp trawlers from San Felipe they used artisanal (*panga*) catch data from El Golfo de Santa Clara (1995–2002) to estimate total catch and CPUE, the latter calculated on the basis of shrimp kg/day/*panga*. Artisanal fishers do not travel far from their home port and the Pérez-Arvizu et al. (2009) catch data are probably a more accurate estimate of regional catch than were the data used by Galindo-Bect et al. (2000). As with other studies, they used the SIB flow measurements as proxy for river flow entering the Upper Gulf, although they acknowledged that the amount of water that actually reached the Gulf was unknown. During their study period, 97% of the catch from artisanal fishing consisted of blue shrimp. They also counted shrimp postlarvae in plankton samples (1993–1997) from the San Felipe and El Golfo de Santa Clara areas.

Pérez-Arvizu et al. (2009) concluded that "total catch apparently has a linear relationship with river outflow" and when flow increased there was an increase in shrimp catch during the following season, except for 2002 when CPUE increased but SIB flow did not. However, examination of their Figs. 5 and 6 do not support this claim. For example, in addition to the 2002 anomaly (when flow was very low but CPUE high), river flow increased in 1997 and again in 1998, and while CPUE increased in 1997 it did not in 1998. In 1999 river flow decreased, but CPUE remained the same (at the 1998 level), and in 1996 there was no excess flow at all but in 1997 shrimp catches went up and CPUE was the highest in their dataset. Total catch showed similar anomalies in the pattern of flow versus catch (e.g., 1992 had almost no flow, but shrimp catch increased greatly in 1993). They found the highest postlarvae abundance during years when the average river outflow exceeded 80 m^3s^{-1}, and the lowest abundance when the river flow was below this level. However, the relationship between postlarvae abundance and flow was not linear. For example, the flow in 1993 exceeded 300 m^3s^{-1}, yet abundance was the same as in 1997 when the flow barely exceeded 80 m^3s^{-1}. They concluded that a limit of 100 m^3s^{-1} may be necessary to promote shrimp breeding conditions, and that this might be accomplished by an "increase in habitat volume" (although what this means is not explained).

It is well known that the highly productive wild-catch shrimp fishery, extending southward from the Upper Gulf along the coast of Sonora (the Northern and Central Gulf regions), does not rely on freshwater river inputs and true (positive, hyposaline) estuaries. No stage of shrimp development in this area requires brackish water. In this region, shrimp postlarvae migrate into hypersaline lagoons (*lagunas*), negative estuaries (*esteros*), or simply coastal shallows; they generally leave these shallows as juveniles and migrate to offshore waters. In the Colorado River Delta region, shrimp use coastal shallows as nursery areas to pass through their postlarva-juvenile stages (Castillo-Moreno, 1999; Aragón-Noriega and Calderón-Aguilera, 2001; Ramírez-Rojo and Aragón-Noriega, 2006). In a thorough study of shrimp larvae/postlarvae in the Upper Gulf, Galindo-Bect et al. (2010) described spawning areas along the coast of Sonora (notably off Punta Borrascoso and in Bahía Adair), and nursery areas near the towns of El Golfo de Santa Clara and San Felipe. Aragón-Noriega et al. (1999) also found the Borrascoso-Adair corridor to be the most important spawning site for blue shrimp. Many commercially important fishes spawn there as well, including spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*), bronzestriped grunt (*Orthopristis reddingi*), amarillo snapper (*Lutjanus argentiventris*), Gulf grouper or baya (*Mycteroperca jordani*), Cortez halibut (*Paralichthys aestuarius*), striped and white mullets (*Mugil cephalus*, *M. curema*), Gulf coney (*Hyporthodus acanthistius*), and totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (Hastings and Findley, 2007; Turk-Boyer et al., 2014).

There has been no appreciable perennial fresh water entering the Gulf from rivers in central-northern Sonora and Baja California (aside from the Colorado River) since the late Pleistocene, so Northern and Central Gulf of California shrimp are well adapted to using hypersaline lagoons, esteros, and coastal shallows as nursery areas (López, 1968; García-Borbón et al., 1996; Leal-Gaxiola et al., 2001; Romero-Sedano et al., 2004; Ramírez-Rojo and Aragón-Noriega, 2006).

Like blue shrimp, brown (=yellowleg) shrimp in the Gulf also do not require coastal lagoons to complete their life cycle and they can be found in breeding condition in both the open sea and in high-salinity esteros throughout the Gulf (Ramírez-Rojo and Aragón-Noriega, 2006; Valenzuela-Quiñónez et al., 2006; Manzano-Sarabia et al., 2007). Morales-Bojórquez et al. (2013) showed that the life cycle of brown shrimp can be entirely completed in either hypersaline lagoons or in the open marine environment over the continental shelf. In hypersaline Laguna (Bahía) Agiabampo, on the Sonora-Sinaloa border, brown shrimp breeding peaks in summer, when water temperatures and salinities are at their maxima (Romero-Sedano et al., 2004; Valenzuela-Quiñónez et al., 2006). Valenzuela-Quiñónez et al. (2006) found no evidence of an offshore migration from Laguna Agiabampo when mature brown shrimp reached spawning length, and also showed that the species can complete its full life cycle in this hypersaline lagoon system. Salinity in the Northern Gulf's esteros is always high, and in summer it commonly exceeds 40‰. Penaeid shrimp in the Northern and Central Gulf are clearly adapted to high salinities. These and other studies (Snyder-Conn and Brusca, 1975; Leal-Gaxiola et al., 2001; Calderón-Aguilera et al., 2003; Romero-Sedano et al., 2004; Valenzuela-Quiñónez et al 2006) have also shown that both blue shrimp and brown shrimp breed throughout the year (in both Sinaloa and Sonora), usually with two seasonal peaks.

The orthodox life-cycle model of penaeid shrimp envisions them requiring fresh or brackish-water "nurseries" as they grow from postlarvae to juveniles. However, this model, developed in the 1970s, was based on areas other than the Gulf of California, and it is now well known that Northern and Central Gulf of California shrimp do not follow this model and do not require (and perhaps do not prefer) brackish water habitats for their nurseries. As Romero-Sedano et al. (2004) noted, "In arid lagoons with permanent connection to the sea and negative estuarine circulation, penaeid shrimp develop a particular life cycle that differs from that accepted for the general shrimp ecology." Leal-Gaxiola et al. (2001) came to the same conclusion, their studies showing that brown shrimp in the Gulf do not depend on coastal lagoons and may not enter them at all during their early life history stages. In contrast, shrimp in the Southern Gulf do use brackish lagoons as nurseries when they are available, although the relationship of salinity gradients to their onshore migration is not strong (e.g., Mair, 1980; Mair et al., 1982; Félix-Ortíz et al., 2014).

3.3. Sciaenid fishes

Totoaba and Gulf corvina, both endemic to the Gulf of California, belong to the family Sciaenidae—the corvinas, drums and croakers—many of which are high-level predatory fishes. Several species are aggregate spawners, making them highly susceptible to overfishing (Erisman et al., 2010). Totoaba is the largest of more than 290 described species of sciaenids (Huddleston and Takeuchi, 2007; Hastings et al., 2014). It ranges from the Colorado River Delta to the mouth of the Río Fuerte (Sinaloa) and at least to Bahía Concepción (Baja California Sur) (Findley, 2010; Valenzuela-Quiñonez et al., 2011, 2014, 2016, 2015). Totoaba spawns in the Upper Gulf from late winter to early spring. Juveniles spend 2–3 years in the Upper Gulf before migrating south in the fall. Both adults and subadults appear to spend summers in the cool, rich waters of the Midriff Islands region before moving on

southward in the fall. In winter they migrate northward again. While adults migrate into the Upper Gulf for spawning, juveniles tend to linger in the Midriff Islands region (Jordan and Evermann, 1898; Berdegué-A., 1955; Cisneros-Mata et al., 1995; Valenzuela-Quiñonez et al., 2014, 2015). Sport and artisanal fishers still take totoaba from its southern range localities, though not commonly.

A commercial totoaba fishery started in the late 1920s, relying on take in the Upper Gulf during the species' spawning period. It was the first important commercial fishery in the Gulf and was the impetus for establishing fish camps that later evolved into the Upper Gulf towns of San Felipe and El Golfo de Santa Clara (Bahre et al., 2000; Hastings and Findley, 2007). Before the 1930s, the totoaba fishery was almost solely directed to the export of their dried swim bladders (= gas bladders, *buche*) to China (Chute, 1928, 1930). From 1935 to 1945, totoaba fishing expanded to become one of the most important sport and commercial fisheries in the Gulf, with total annual commercial landings, from a 4-month fishing season, peaking at 2300 metric tons (Rosales-Juárez and Ramírez-González, 1987; Márquez-Farías and Rosales-Juárez, 2013). The commercial fishery reached its maximum yield in the early 1940s, and between then and 1975 the species was thought to be greatly depleted due to overfishing (Márquez-Farías and Rosales-Juárez, 2013; CITES, 2015) although actual population size estimates did not exist. Commercial catch in 1975 was down to 52 tons (Valenzuela-Quiñonez et al., 2014). A complete moratorium (*veda permanente*) on totoaba fishing was enacted by the Mexican government in 1975, in 1976 the species was listed in Appendix II of CITES, and in 1979 it was added to the U.S. list of endangered species (Barrera-Guevara, 1990; CITES, 2015). Today, totoaba is nominally protected by Mexico's NOM-ECOL-059-94 and ranked as endangered (Findley, 2010; Valenzuela-Quiñónez et al., 2015).

Totoaba catch began to decline after the building of Hoover Dam, and an inference was thus made that the reduction of freshwater inflow from the Colorado River was perhaps damaging the population (Flanagan and Hendrickson, 1976; Cisneros-Mata et al., 1995). However, the decline was also coincident with a large increase in fishing pressure in the Northern Gulf, mainly by dynamiting and extensive gillnetting of aggregating adults and subadults (Bahre et al., 2000), and also bycatch of juveniles by the shrimp trawling industry. These factors confounded any strong conclusions regarding the underlying cause(s) of the decline (Barrera-Guevara, 1990; Cisneros-Mata et al., 1995; García-Caudillo et al., 2000). Although exceptionally fecund, this species has low natural productivity and very low survival to maturity (Márquez-Farías and Rosales-Juárez, 2013). It cannot withstand heavy fishing pressure. Márquez-Farías and Rosales-Juárez (2013) demonstrated that the rate of population rebound for totoaba is low, confirming its low resilience to overfishing.

Today, the major cause of mortality of totoaba is shrimp trawler bycatch and the gillnet fisheries of the Northern Gulf (García-Caudillo et al., 2000; Márquez-Farías and Rosales-Juárez, 2013). Barrera-Guevara (1990) estimated that an astonishing 92% of young-of-the-year totoaba were killed in the commercial shrimp trawl fishery—perhaps enough to have kept the population suppressed in and of itself during the late 20th century. Totoaba continues to be taken illegally, mainly for its swim bladder, also known as "belly" or "fish maw." The bladders are sold (overwhelmingly for the Chinese market) and the meat, if saved, may be distributed locally and sold as "*curvina*," "*cabaicucho*" or even "*cabrilla*." Although the CITES website (accessed May 2015) claims totoaba bladders wholesale for up to $120/kg, fisheries biologists working in the Upper Gulf have informed us that the bladders were wholesaling for up to $8000/kg in 2015, creating a multi-million dollar illegal fishing industry (in July 2016, the bladders were retailing for up to $60,000/kg in China). Illegal take of totoaba is a highly economically motivated activity in the Upper Gulf, putting enormous pressure on the species (as well as the endangered vaquita porpoise, a common bycatch in gillnets set for totoaba). There is no current, reliable estimate of the population size of totoaba (Valenzuela-Quiñónez et al., 2015, 2016). However, the size of the illegal take today, the sporadic sportfishing take throughout the Gulf, and contemporary research all indicate this species is not "virtually extinct" as claimed by Pitt (2001).

Population recovery of totoaba has been inferred based on historical size-range structure, mortality rates, genetic diversity, and distribution (Rosales-Juárez and Ramírez-González, 1987; Román-Rodríguez and Hammann, 1997; Valenzuela-Quiñonez et al., 2014, 2016, 2015). In 2014, a proposal was submitted to the Mexican government to allow totoaba fishing to re-enter the sport fishery (see García-De León et al., 2010; Valenzuela-Quiñonez et al., 2011, 2014; García-De León, 2013); and Valenzuela-Quiñonez et al. (2014, 2015) suggested that the endangered status of the species should be re-evaluated given our growing understanding of the species. Valenzuela-Quiñonez et al. (2014, 2016) showed that no measurable reduction in genetic diversity (based on analysis of DNA microsatellite loci and mitochondrial DNA markers) was experienced by totoaba in the 20th century, that their genetic diversity is high and comparable to that of related non-threatened sciaenid fish species, and that they are probably panmictic. The endangered listing of this species was not based on estimates of population size (which were unknown then, and remain unknown today), but rather on the size of the fisheries take and its decrease during the early 1970s. However, by the 1980s research was beginning to show that totoaba might not be as diminished as originally thought, and in 2014 and 2015 Valenzuela-Quiñonez et al. showed that the present-day totoaba population structure indicates the species is not overexploited, that it has maintained (or possibly even expanded) its known historical distributional range, that its stock size structure has been stable for several decades, and that gillnet bycatch and the recent surge in poaching (for swim bladders) in the Northern Gulf is the main threat to the species. Furthermore, Valdéz-Muñoz et al. (2010) and Valenzuela-Quiñonez et al. (2011, 2014, 2015) showed that this species is not hyposaline-estuarine-dependent as previously thought, and thus not dependent on Colorado River flow to the Upper Gulf. Valenzuela-Quiñonez et al. (2014, 2015) concluded that future conservation measures for totoaba must focus on elimination of illegal fishing and bycatch.

Rowell et al. (2008a) used oxygen isotope ($\delta^{18}O$) analyses of pre- and post-dam totoaba otoliths (ear bones) to infer that young fish lived in reduced salinity waters in the Upper Gulf before the construction of dams began on the river. The pre-dam otoliths were prehistoric (~1000– 4500 ybp), recovered from aboriginally deposited shell middens on Northern Gulf shores. This is what would be expected because, to the best of our knowledge, totoaba have always spawned in that region and continue to do so today, whether or not the Colorado River reaches the sea and regardless of local salinity conditions. However, there were scant data in Rowell et al. (2008a) to support their assumption that survivorship of young was greater in low salinity waters, or to support their conclusion that "successful restoration of totoaba will likely require a seasonally appropriate influx of Colorado River water to the Colorado River estuary."

Rowell et al. (2008b) compared totoaba otolith growth rings for the first three years of growth in pre- and post-dam fish. The five pre-dam, prehistoric (~1000– 4500 ybp) otoliths they examined were recovered from aboriginally deposited shell middens on Northern Gulf shores. Their $\delta^{18}O$ data showed that ~1000– 4500 ybp juvenile totoaba used the delta region whether it was brackish or not. Again, this is what would be expected, and totoaba continue to use these same waters today, regardless of river flow or salinity. They also found pre/post-dam otolith growth rate differences only in the first year of growth, not in year 2 or 3. Thus, their extrapolations of overall growth rate and age of maturity are based on estimated faster otolith growth only in young-of-the-year totoaba. Today, totoaba become sexually mature at ages 5 to 7 years and a length of around 1300 mm (Cisneros-Mata et al., 1995; Román-Rodríguez and Hammann, 1997). Rowell et al. (2008b) used a conversion formula (from Román-Rodríguez and

Hammann, 1997) to scale from otolith size to body size. On this basis, they concluded that, based on today's size-at-sexual-maturity (between ages 5 and 7), pre-dam fish may have reached sexual maturity 3–5 years earlier than post-dam fish, or at an age of 1 to 4 years. This finding is consistent with predictions of life history theory (Stearns, 1992) and empirical data on other fishes (e.g., Morita and Morita, 2002) that, in general, slow-growing individuals should initiate maturation at an older age and at a smaller size than fast-growing individuals. However, as acknowledged by Rowell et al. (2008b), this is complicated by the prediction that increased mortality of adults (clearly experienced by post-dam totoaba) selects instead for earlier maturation. Because growth rates and mortality rates interact in a complicated manner to affect the age and size at maturity, it remains unclear what the effects of decreased growth rate in the first year of life might have on adult productivity of totoaba. More importantly, even though totoaba growth rates and age at maturity may have changed in recent decades, this does not demonstrate a direct link to putative productivity/stock decline associated with decreased Colorado River flows.

Flanagan and Hendrickson (1976) found no significant relationship between totoaba catch and Colorado River flow and concluded that overfishing was the primary factor in depleting the stock—and the historical catch data provided by Lercari and Chávez (2007) support that view. (The claim by Lercari and Chávez, 2007 that their "results confirm the important role of the Colorado River flow cessation on the decrement of the [totoaba] catch" over-extends the strength of their actual findings; see below).

Cisneros-Mata et al. (1995) and Pedrín-Osuna et al. (2001) also strongly suggested that poaching of adults and bycatch of juveniles by the shrimp fishery contribute to low abundance of the totoaba stock. Cisneros-Mata et al. (1995), following Barrera-Guevara (1990), indicated that in the mid-1980s an estimated 120,000 totoaba juveniles died each year as bycatch in shrimp trawl nets, and 6,200 adults (average weight 26 kg) due to poaching. Lercari and Chávez (2007) also concluded that their multiple regression analyses showed catch to be correlated with two independent variables—Pacific Decadal Oscillation Index and Colorado River flow—suggesting these two factors explained up to 70% of the catch variability. However, Lercari and Chávez (2007) examined only abiotic variables and did not include fishing effort, even though the number of boats fishing for totoaba increased greatly from 1942 to 1965. Their source and measurement of river flow data also are unclear, and no evidence was given that they measured actual freshwater flow into the Upper Gulf. The Lercari and Chávez (2007) analysis, and otolith data suggesting that young-of-the-year totoaba may grow faster when lower salinity environments are available to them (Rowell et al., 2008b), are tantalizing hints that river flow to the delta might be beneficial to totoaba growth. However, no data show that river flow is necessary to the life history of this species or that it would increase its population numbers. And there is no published evidence that we are aware of showing a correlation between salinity and the distribution of larval or juvenile totoaba. In fact, Valdéz-Muñoz et al. (2010) sampled totoaba juveniles in Upper Gulf and Delta waters with salinities between 35.3‰ and 39.5‰ and reported that captures of juveniles and salinity had no significant correlation. Even the CITES listing for totoaba notes that the negative impacts on this species by reduction of Colorado River flow is questionable (CITES, 2015).

The Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*) currently comprises the most important finfish fishery in the Northern Gulf, indeed, in the entire Gulf (Rodríguez-Quiroz et al., 2010). Most gillnet fishers in the region target both corvina and shrimp and alter their efforts seasonally and in relation to market demands (Aragón-Noriega, 2014). Rowell et al. (2005) used $\delta^{18}O$ isotope analyses to estimate spawning habitat salinity for Gulf corvina during Colorado River flow and non-flow years, concluding that "successful restoration of the Gulf corvina fishery in the Upper Gulf requires influx of Colorado River water to nursery grounds in the river's estuary." This assumption has since proven decidedly incorrect. Despite an absence of significant influxes of Colorado River surface water to the Gulf of California since the turn of this century, the Gulf corvina fishery has become the largest finfish fishery in the Gulf. Reported annual landings range from 2200 to 5900 tons per year over the past decade (Paredes et al., 2010; Rodríguez-Quiroz et al., 2010), with a staggering number of 1.5–1.8 million fish harvested over the 21–25 days of fishing during the annual spawning aggregation (Erisman et al., 2010, 2012). Today, Gulf corvina fishing brings in about U.S. $20 million annually to fishing communities in the Northern Gulf (CIRVA, 2016). Reported catches of this species have never been higher than in the most recent decade, although it is estimated to be overfished (Ruelas-Peña et al., 2013).

The principal finding of Rowell et al. (2005) was that when there is freshwater flow into the Upper Gulf, decreasing salinity, Gulf corvina record these brackish-water years in their growing otoliths. This is what would be expected for a species that aggregate-spawns in the Upper Gulf, where changes in river flow can result in a fluctuating salinity environment. However, they found "nursery ground" $\delta^{18}O$ signatures for the otoliths they examined corresponding to salinites ranging from 26 to 38‰—thus the young fish were living in the area when river flow was present and when it was completely absent. Rowell et al. (2005) did not offer data to show that freshwater pulses lead to enhanced recruitment or increased survival. This species aggregate-spawns/breeds annually and is clearly highly successful regardless of whether or not there is any freshwater inflow from the Colorado River. The increased catch of Gulf corvina that Rowell et al. (2005) noted for 1996 could have simply been due to increased fishing effort, rather than increased production becoming evident three years after a 1993 river water release. In fact, for the El Golfo de Santa Clara port, the annual catch grew from 3.2 tons to 1278 tons between 1993 and 1996 as fishing efforts expanded, and since then it has been as high 5900 tons (CONAPESCA, 2010; Gherard et al., 2013).

The peak Colorado River flows that once entered the Upper Gulf occurred subsequent to the snowmelt in the Rocky Mountains, from May to July (Sykes, 1937; Harding et al., 1995; Pontius, 1997; Lavín and Sánchez, 1999; Pitt, 2001). The Gulf corvina spawning/breeding aggregations (and associated fishing effort) take place from late February to late May (Erisman et al., 2012, 2015; Sadovy and Erisman, 2010). Thus, it seems likely that the environmental stimulus for the spawning aggregations is not a decrease in salinity in the Northern Gulf due to Colorado River inflow, but some other factor, such as rising temperatures of Gulf waters in the spring. Warming seawater temperatures are known to be a spawning cue for totoaba (Cisneros-Mata et al., 1995) and Gulf bairdiella (*Bairdiella icistia*) in the Gulf (May, 1975), as well as other sciaenids elsewhere in the world (e.g., Vizziano et al., 2002; Aalbers, 2008). It is also notable that Gulf corvina and totoaba aggregate and spawn during the period of most rapid rise in primary (phytoplankton) productivity in the Upper Gulf (March–April), thus it is possible that there is a productivity cue affecting spawning time.

Legal (and illegal) Gulf corvina fishing targets the spawning period for this species and harvests thousands of tons annually. Because the Upper Gulf is the only known spawning site, this species is highly vulnerable to overfishing and potential collapse (Erisman et al., 2012). The history of collapses in fisheries elsewhere in the world that have targeted the spawning migrations of large-bodied sciaenids is well known (Sadovy and Cheung, 2003; Erisman et al., 2012). Illegal fishing (poaching) remains a serious concern in the Northern Gulf, where an estimated 86–90% of Gulf corvina catch and 62% of the total fisheries catch takes place in marine protected areas (Erisman et al., 2012; Rodríguez-Quiroz et al., 2012). Concerns exist that the stock is becoming overexploited and susceptible to collapse due to overfishing (Musick et al., 2000; Rodríguez-Quiroz et al., 2010; Erisman et al., 2010; Ruelas-Peña et al., 2013). Intense fishing of spawning aggregations has led to Gulf corvina being one of the few fish species in Mexico that is regulated by an official management plan (DOF, 2007).

Gulf corvina (and totoaba) have been around for many thousands, probably hundreds of thousands, if not millions of years (Huddleston

and Takeuchi, 2007), and they have survived in the Gulf throughout all of the naturally occurring northward and westward diversions of the lower Colorado River, such as when ancient Lake Cahuilla and all its predecessor lakes in the Salton Basin received and impounded the total river flow, thus keeping it from reaching the Gulf for many years each time. Ancient Lake Cahuilla was actually a chronological sequence of four or more lakes, the last of which was in existence when the Spaniards first arrived in the Pimería Alta (Waters, 1983). Although the land-locked lake had apparently completely evaporated by the time the first Spanish explorers reached that region (there is no record of it in the writings of Díaz and Alarcón who passed nearby in 1540, or Oñate who explored the region in 1604), a map by John Rocque (ca. 1762) in the archives of the British Museum clearly shows the Colorado River flowing into an inland lake north of the Colorado River Delta that had no outlet to the sea (Warren, 1979). Wilke (1978) documented a series of four lakes extending back over 2000 years, and evidence suggests that other lakes in the Salton Basin intermittently received the entire Colorado River flow before that time, probably throughout the Holocene (Sykes, 1914; Wilke, 1978; Waters, 1983; Laylander, 2005). Evidence of a long history of standing surface waters in the Salton Basin/Trough includes travertine deposits (precipitated calcium carbonate) up to 76-cm thick along old beachlines of the lake(s).

The lowest point on the Colorado River Delta's northern crest is about 10 m above mean sea level, and the Salton Basin (Cahuilla Basin) is ~84 m below mean sea level, meaning that the flow of the Colorado River can be directed either northward into the Salton Basin or southward toward the Gulf of California (Carpelan, 1961). In fact, two old distributaries of the lower Colorado River carry irrigation drainage water northward from Mexico to the Salton Sea today, the New River and the Alamo River. The lacustrine basin lies in the Salton Trough, which includes the Coachella and Imperial Valleys of southeastern California, and the western half of the Mexicali Valley and the Colorado River Delta in Mexico. The Salton Basin is now partly occupied by what remains of the Salton Sea, a man-made partial recreation of Lake Cahuilla caused by an accidental, anthropogenic diversion of the Colorado River in 1905–1907 (during the summer of 1906, the entire volume of the Colorado River flowed northward from Mexico in the Alamo and New Rivers into the Salton Basin) (Sykes, 1937).

Although the Salton Sea is currently the largest inland body of water in California, it is much smaller than ancient Lake Cahuilla and its predecessors because the man-made river diversion lasted less than two years. Lake Cahuilla filled, on each of its most recent four occurrences, to a maximum depth of ~95 m and covered an area of ~5700 km^2 (Waters, 1983; Laylander, 2005). Wilke (1978) estimated that Lake Cahuilla could fill to an elevation of about 12 m above sea level in 12–20 years, after which the lake would overflow southward toward the Gulf by way of the delta's Río Hardy channel. Sykes (1937) estimated that the Colorado River naturally altered its flow northwestward to enter the Salton Basin at least six times during the 19th century (in 1840 [probably when the New River was formed], 1842, 1852, 1859, 1867 and 1891). As early as 1851, San Diego newspapers were reporting northward flows of the Colorado River from Mexico into the Salton Basin via the New River (Sykes, 1937). Other, shallower depressions on the delta have also temporarily impounded Colorado River water, stopping or reducing its passage to the sea, such as Volcano Lake (e.g., during the years 1909 to 1923) and Pescadero Basin (e.g., during the years 1923 to 1929), both of which are geologic/topographic lows along the Cerro Prieto Fault line (Sykes, 1937).

The first survey of the Salton Basin was made in 1853 by a party led by Lt. R. S. Williamson, exploring for westward railroad routes south of the Sierra Nevada. W. P. Blake, the geologist of the party, was the first to document that the Salton Basin was below sea level. Much later, he revisited the region after the Salton Sea formed, referring to it as the residual of a more extensive ancient lake that he named Lake Cahuilla. Both Blake (1914) and Sykes (1914) interpreted what they called the Cahuilla Basin (after the local Indian tribe) as an ancient cut-off arm of the Sea of Cortez. Hubbs and Miller (1948), who unnecessarily renamed Lake Cahuilla as Lake LeConte (after a naturalist who worked in the region in the 1850s), estimated that the lake lasted for centuries.

Gulf corvina and totoaba were thus historically exposed to, and are clearly adapted to, long periods of no Colorado River flow to the Gulf at all, and they can successfully spawn and grow across a wide range of salinities, as has been shown for penaeid shrimp in the Northern and Central Gulf. Another Gulf sciaenid fish, *Bairdiella icistia*, has also been shown to grow and spawn successfully in salinities ranging from 15‰ to 40‰ (May, 1975). These and a wide array of other species common in the Northern Gulf are clearly adapted to high, and highly variable salinity regimes. For example, Reynolds and Thomson (1974) and Reynolds et al. (1976) showed that the Gulf grunion (*Leuresthes sardina*), found most abundantly in the Northern Gulf, has an incipient upper lethal salinity of 58‰ to 68‰, with juveniles preferring salinities of 45–54‰, indicative of its adaptation to the elevated salinities of the region.

More compelling evidence supports the idea that, rather than reduced primary productivity effects (ostensibly from reduced river flow) on their early life histories, the boom-and-bust cycles of Gulf commercially-exploited sciaenid fishes are due to fishing trends and overfishing. Like many other exploited fishes, their vulnerability to capture is exacerbated by their behavior of forming large, predictable spawning aggregations at restricted locations (Erisman et al., 2010; Sadovy and Erisman, 2010). Most workers have considered unregulated/unenforced fishing to be the primary threat to stock numbers of these and other exploited fishes (Cisneros-Mata et al., 1995; Román-Rodríguez, 1990, 1998, 2000; Musick et al., 2000; Sadovy and Cheung, 2003; Rodríguez-Quiroz et al., 2010; Erisman et al., 2012; Chao et al. n.d; Valenzuela-Quiñónez et al., 2015; IUCN online).

Aragón-Noriega et al. (2009) analyzed historical fishing data for another sciaenid, the Gulf (or bigeye) croaker (*Micropogonias megalops*), in the Upper Gulf. Like other threatened, large Gulf of California sciaenids (e.g., totoaba; Gulf corvina; white seabass or *cabaicucho*, *Atractoscion nobilis*), this species is concentrated (and fished) in the Upper Gulf. The commercial fishery for Gulf croaker began developing around 1991, after a collapse of the regional shrimp fishery due to extreme overfishing by industrial trawlers. By 2009, Gulf croaker was one of the five most important fisheries in the Upper Gulf. As with earlier-established fisheries for totoaba and Gulf corvina, Gulf croaker is taken primarily during its reproductive period (March to August) when the fish become even more concentrated. Aragón-Noriega et al. (2009) found direct correlations between overfishing and catch ("production"), and between legally enacted catch reductions and fishery recovery. Interestingly, they did not find a significant correlation between boat numbers and capture levels, perhaps due to differences in individual fishing (boat) efforts. This appears similar to the results of Galindo-Bect et al. (2000) when they attempted to estimate shrimp catch-per-unit-effort based solely on the San Felipe licensed shrimp fleet catches.

Sánchez-Velasco et al. (2011) sampled fish larvae from summer plankton tows in the Upper Gulf and used a Bray-Curtis Index to define main larval fish habitats (based on species composition). Dissolved oxygen levels were high throughout the study area, and the mean proportion of fish larvae in relation to total abundance of zooplankton was more than 50%, exceeding all other observations of larval fish abundance in zooplankton samples from throughout the entire Gulf. A total of 99 fish "species" (taxa) were recorded, the most abundant being anchovies (*Anchoa* spp.), threadfin herrings (*Opisthonema* spp.), and Sciaenidae (croakers and corvinas). Overall larval abundance was very high, with a mean of 1253 fish larvae per 5-m stratum of the water column. The authors concluded that "the Upper Gulf of California remains an important fish spawning zone and nursery area," and that "the species richness and larval abundance recorded in this study are very high in relation to the fish larvae records for the Northern Gulf of

California for the same month." Sánchez-Velasco et al. (2011) found that larval fish habitats with the lowest larval diversity occurred in the most saline environments, leading them to suggest that increased salinity in the Upper Gulf, caused by cutbacks in Colorado River inflow, might have reduced the areal size of lower salinity habitats (i.e., the "preferred larval habitat") for some fishes. But, there are no records or data for fish larvae in this region prior to damming of the river. Although the Sánchez-Velasco et al. (2011) study is revealing in many ways, it does not provide data to unambiguously show that the Upper Gulf ecosystem has been damaged, or that it currently has reduced fish diversity or production due to reduced Colorado River inflow. It is worth noting, also, that the possible roles of river plumes in marine fish recruitment in general is very unclear although numerous hypotheses exist (Grimes and Kingsford, 1996).

As with penaeid shrimp, totoaba and Gulf corvina have been living and reproducing in the Gulf of California with little freshwater inflow to their spawning/nursery habitats since the mid-1930s, and episodic flow before that. Fishing pressure and bycatch are thus far-and-away the greatest threats to these two fish species; perhaps the only threats.

3.4. The "delta clam"

The *Mulinia* clam story in the Upper Gulf is intriguing. Kowalewski et al. (2000) and Rodríguez et al. (2001a,b) studied old shells of this small bivalve (which they called *Mulinia coloradoensis*) that they reasoned had eroded from deltaic deposits and accumulated in cherniers (shelly beach ridges) on beaches in the Upper Gulf. Kowalewski et al. (2000) estimated that pre-dam densities of this clam were 25–50 individuals m^{-2}, and that ~5×10^{12} shells were produced in the area "during the last millennium." They argued that this clam was endemic to the delta region and has experienced a dramatic decrease in abundance due to loss of productivity in the Upper Gulf resulting from decreased Colorado River input and "decrease in nutrients once supplied by the river" (also see http://www.geo.arizona.edu/ceam/Hecold/hecolcd.htm).

However, the extremely high nutrient levels and primary productivity of the Upper Gulf have been well documented since oceanographers first began studying the region decades ago (see Section 2 above). Cintra-Buenrostro et al. (2012) later reasoned that nutrient depletion from reduced river flow was probably not responsible for the reduction in population size of the *Mulinia* population on the delta, instead postulating that salinity might be important and suggesting that the clam might need brackish water to survive well. As noted by Rodríguez et al. (2001a), the alleged "endemic delta clam" *Mulinia coloradoensis* Dall, 1894 is actually a junior synonym of *M. modesta* Dall, 1894, a synonymy made by Grant and Gale, 1931. Thus, this species is not endemic to, nor restricted to the Upper Gulf of California, and it has been reported from habitats ranging from brackish to fully marine salinities. The synonymy is well known and included in the standard compendiums of tropical West American molluscs, including Keen (1971), who mistakenly gave priority to the name "*coloradoensis*," Coan and Valentich-Scott's (2012) monograph of tropical eastern Pacific bivalves, and the online Macrofauna Golfo Invertebrate Database (http://www.desertmuseum.org/center/seaofcortez/database.php). Coan and Valentich-Scott (2012) re-examined the type material to reverify the synonymy (Paul Valentich-Scott, pers. comm. 2016) (Fig. 4). The type locality of this species is Guaymas (Sonora) and the National Museum of Natural History (Smithsonian Institution) has both type material and other (more recently collected) specimens from that location. The Santa Barbara Museum of Natural History houses specimens from the coast of Baja California (from north of San Felipe southward to Bahía de los Ángeles, southwest of Isla Ángel de la Guarda) and Sonora (El Golfo de Santa Clara to Bahía Adair). However, despite these data and taxonomic realignments, Smith et al. (2016) continued to consider this clam to be endemic to the Colorado River Delta and use the junior synonym name *Mulinia coloradoensis*.

The genus *Mulinia* is not considered to be freshwater-dependent, and *Mulinia modesta* appears to be eurytopic based on its broad distribution (e.g., Guaymas, Bahía de los Ángeles, Bahía Adair). Although it appears to be tolerant of a wide range of salinities, there is no evidence that it needs brackish or fresh water for any stage in its life history. Although there has not been a direct test of the hypothesis of reduced salinity improving growth rates in *M. modesta*, such a study was done for two other clams from the Colorado River Delta area (*Chione cortezi* and *Chionista fluctifraga*) and just the opposite was found—both species were shown to have increased growth rates during post-dam years, presumably without the adverse influence of reduced salinities due to higher river discharge (Schöne et al., 2003). (Coan and Valentich-Scott (2012) considered *C. cortezi* to be a junior synonym of *C. fluctifraga*.)

Mulinia modesta is a filter-feeding clam and depth, wave exposure, and sedimentation processes are likely important to its occurrence. Loss of river inflow in the post-dam era has switched the delta region's sediment flow from longitudinal/long-basinal to cross-basinal, and sediment dispersal now is mainly controlled by oceanic forcing (instead of fluvial processes) dominated by the cyclonic gyre of the Northern Gulf



Fig. 4. Type specimens of *Mulinia modesta* (senior synonym of *M. coloradoensis*) from Guaymas, Sonora, Mexico (Smithsonian Institution). Photo courtesy of Paul Valentich-Scott (Santa Barbara Natural History Museum, California).

(Carriquiry et al., 2001; Álvarez and Jones, 2002). This has created a different sedimentary regime in the Upper Gulf, which may have caused localized decrease in abundance of *M. modesta*. Sediment mobilization and bedforms in the Northern Gulf are strongly controlled by tidal dynamics (Hernández-Azcúnaga et al., 2014).

3.5. Vaquita

The vaquita (*Phocoena sinus*), a small porpoise found only in the northernmost Gulf of California, is the world's most critically endangered marine mammal (Arellano-Peralta et al., 2011; Arellano-Peralta and Medrano González, 2013; Rojas-Bracho and Reeves, 2013; CIRVA, 2016). It is listed as endangered by the U.S., Mexico, and CITES. The entire population lives within a 2000–4000 km^2 area centered near Roca Consag, about 40 km east of San Felipe, Baja California (Rojas-Bracho et al., 2006), giving it the most restricted range of any marine cetacean species. The vaquita is believed to be a relict population of an ancestral species most closely related to two southern hemisphere species (the spectacled porpoise, *P. dioptrica*, and Burmeister's porpoise, *P. spinipinnis*) that crossed the equator during a period of Pleistocene cooling (Norris and McFarland, 1958; Vidal et al., 1999; Munguía-Vega et al., 2007). Genetic analyses have corroborated this interpretation and have estimated that vaquitas were likely never very abundant (Rosel et al., 1995; Taylor and Rojas-Bracho, 1999; Munguía-Vega et al., 2007). Coincident with the species' discovery and its description 1958 (Norris and McFarland, 1958), came the realization that vaquitas frequently become entangled and drowned in gillnets and shrimp trawls (Norris and Prescott, 1961). The primary cause of vaquita mortality today is well known to be incidental capture (bycatch) in shrimp and finfish gillnets that also incidentally or illegally take totoaba, and the fate of vaquita today is directly tied to the illegal totoaba fishery (Villa-Ramírez, 1976; Brownell, 1982; Hohn et al., 1996; Vidal et al., 1999; Rojas-Bracho and Taylor, 1999; D'Agrosa et al., 2000; Rojas-Bracho et al., 2006; Jaramillo-Legorreta et al., 2007; Rojas-Bracho and Reeves, 2013).

International marine mammal scientific organizations agree that deaths in gillnets entirely explain the decline in vaquita numbers (International Whaling Commission [IWC], 1991a, 1991b, 1991c, 1996; International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN, 2016] Red List; International Committee for the Recovery of the Vaquita [CIRVA], 2014, 2015, 2016; Rojas-Bracho et al., 2008). However, allegations in the past have argued that at least some of the decline is due to declining productivity resulting from reduced Colorado River flow into the Upper Gulf (e.g., Villa-Ramírez, 1993; Fleischer, 1996; Fleischer et al., 1996). The hypothesis entertained largely by the fisheries sector, as stated by Ramírez-León et al. (2015), is that the vaquita population has declined because the lack of Colorado River flow has reduced nutrient input to the Northern Gulf, and thus its primary productivity, causing the ecosystem to collapse. Galindo-Bect (2012) and Galindo-Bect et al. (2013) argued that although the mortality of the vaquita is mainly due to bycatch, the damming of the Colorado River has caused declines in other species (shrimp and totoaba) and that something similar may be happening to vaquita. However, Ramírez-León et al. (2015), and many other studies (see Section 2, above) found no evidence that nutrient concentrations or primary productivity has decreased and concluded that nutrient-related issues are not risk factors for the vaquita. There also is no evidence for decline in vaquita prey species that might have been caused by reductions in river flow, nor any evidence that pollutants (specifically chlorinated hydrocarbon pesticides), that in the past could have been carried to the Northern Gulf of California by Colorado River water, pose a risk (Calambokidis, 1988; Vidal et al., 1999; Rojas-Bracho and Taylor, 1999; Rojas-Bracho et al., 2006).

Rosel and Rojas-Bracho (1999) sequenced a portion of the mitochondrial DNA control region (a portion of the 5′ end of the hypervariable control region of the mtDNA molecule) from 43 individual vaquita. Every animal had identical sequences. The complete lack of polymorphism in the control region is unique among cetaceans that have been studied, and it strongly suggests that vaquita experienced a bottleneck or founder event, likely at the species' inception, followed by a small long-term population size. Thus, the low mtDNA genetic variability they observed was likely a historical feature of the species, rather than the result of recent diminishment of population size. Taylor and Rojas-Bracho (1999) also found no support for the low genetic diversity having resulted from the recent decline in abundance, also concluding that the lack of heterozygosity is the result of a historical bottleneck or founder effect. Both papers noted that no evidence of inbreeding depression has been observed, and that lack of variability in the control region does not necessarily translate into low overall levels of heterozygosity in the nuclear genome. Hohn et al. (1996) and Rosel and Rojas-Bracho (1999) concluded that if incidental mortality of the species could be eliminated, the species could exhibit positive population growth.

Munguía-Vega et al. (2007) investigated genetic sequence variation at two major histocompatibility complex (Mhc) class II loci in vaquita (*Phocoena sinus*) and its putative closest relative, the Burmeister's porpoise (*P. spinipinnis*). Mhc class II genes encode cell-surface glycoproteins that bind and present antigens from extracellular pathogens (e.g., bacteria) to T helper cells, and they are an essential part of the immune response of vertebrates (Figueroa and Klein, 1986). They found one putative functional allele fixed at the locus DQB, and two presumed functional alleles at the locus DRB (differing by a single nonsynonymous nucleotide substitution). Identical trans-specific DQB1 and DRB1 alleles were identified between vaquita and Burmeister's porpoise, supporting a sister-group relationship. Fixation of one allele, due to genetic drift, commonly occurs at the DQA or DQB loci in small-range (e.g., island) endemic mammals. Analysis of the data suggested to Munguía-Vega et al. (2007) that the low levels of Mhc class II variation seen in vaquita are not the result of the recent population decline in this species, but of long-term small population size over at least 2000–10,000 years. Taylor and Rojas-Bracho (1999); Munguía-Vega et al. (2007), and others have previously suggested that vaquita have probably never had an abundant or widespread population. Ortega-Ortiz et al. (2000); Torre-Cosio (1995), and Munguía-Vega et al. (2007) note that a high frequency of non-deleterious anatomical malformations among vaquita supports the likelihood of fixed alleles. However, there is no evidence that the observed anatomical anomalies cause impairment to the survival or reproduction of individuals, or whether this condition was present in the ancestral form (or a trait fixed through genetic drift). Low levels of genetic variation at Mhc genes in other species have led to concern about a low adaptive potential and high susceptibility of the population to novel infections disease. However, to date there have been no reports of infectious disease in vaquita, and its parasite load is not unusually high or uncommon (Vidal et al., 1999). The NOAA Vaquita Fact Sheet (NOAA, accessed 2016) also states that low genetic diversity does not appear to be a threat to the survival of vaquita.

Rojas-Bracho and Taylor (1999) undertook a detailed analysis of risk factors for vaquita. They concluded there is no evidence that Upper Gulf productivity has declined due to reduced Colorado River flow, vaquita food is not limited and no diminishment of vaquita prey species has been documented, pollutant levels in the region are too low to be a risk to vaquita, and reduced fitness from inbreeding (i.e., inbreeding depression) is not evident. They further note that the single serious risk to this species is mortality resulting from fisheries bycatch.

Thus, it appears that the threats facing vaquita have changed little since its discovery more than 50 years ago. Due to the species' low abundance, low reproductive potential, and limited geographic range in a region where fishing is the sole source of income for most people, the vaquita is highly vulnerable to fishing pressure (Rojas-Bracho et al., 2006). In 2015, the Mexican government implemented a near-complete ban on the use of gillnets and long-lines for two years in the area where vaquita are most abundant. However, with an estimated fewer than 60

individuals left (CIRVA, 2016; Vidal and la Vaquita, 2016), it remains to be seen if this last-ditch effort will succeed in saving the vaquita from extinction (Aragón-Noriega et al., 2010). The most recent analysis by the International Committee for Recovery of the Vaquita (CIRVA, 2016) states that, today, essentially all vaquita deaths are caused by the increase in illegal gillnet fishing for totoaba swim bladders.

3.6. Fisheries productivity in the Northern Gulf—reprise

In considering the above, we conclude that there is no support for the hypothesis of decreased Colorado River flow reducing primary productivity in the Northern Gulf of California, and there is only weak to unsubstantiated support for the idea that river flow reduction has historically been responsible for decreased productivity of shrimp, totoaba, or Gulf corvina. And, there is no evidence whatsoever that reduced river flow is even partly responsible for the reduction in vaquita numbers. Any potential loss of nutrients from reduced Colorado River flow is compensated for by agricultural runoff, halophyte decomposition, erosion of the deltaic sediments (which release nutrients that have accumulated there for thousands of years), and, most importantly, by the daily influx of nutrients moving in from the open Pacific and upwelling in the highly mixed waters of the Northern Gulf. Alles (2011) and others have concluded, the depletion of commercially exploited fish stocks and the collapse of the vaquita population are the result of inadequate fisheries management, not the lack of freshwater or nutrient supply from the Colorado River. Ainsworth et al. (2012a,b) modeled the Northern Gulf under different fisheries scenarios and concluded that if full compliance with current fisheries regulations could be achieved, vaquita and totoaba populations would experience significant population increases, although at a cost to the fishing community of about 30% of its annual revenue.

Bobadilla et al. (2011) undertook a thorough review of the history of environmental policy in the Upper Gulf, describing the evolution of various federal decrees in the area. They note how chaotic the situation has become with so many conflicting laws and declarations, and that this is possibly because the decrees have tried not to interfere with shrimp fishing in the region. They note that some other possible reasons management tools for totoaba and vaquita have proven to be ineffective are: there has been no consistency between the goals of fisheries and conservation sectors, the decrees are not clear on how they will achieve success, the fishers have not been sufficiently or appropriately informed about the harm done by their work practices and they only respond to their own needs and interests, and there is not enough honest inspection and surveillance so illegal and improper practices occur. Regarding totoaba, they note that protection has been ineffective mainly because the laws have focused on protection of adults without regard to juveniles. Bobadilla et al. (2011) point out that "…the 1993 decree that banned totoaba fishing nets to protect the vaquita leads us to inquire: why after 18 years since 'the boom' period that a total ban on totoaba fishing was enacted (a decree in 1975) it was not implemented and the nets used to catch them were still being used? This is another example that in Mexico the laws have often been a dead letter, and there is a strong need for effective law enforcement."

Interannual variations in fishery takes are most likely due to changes in fishing pressure and natural cycles. In 2010, over 2000 *pangas* were fishing in the Upper Gulf, mainly out of the three fishing ports of San Felipe, El Golfo de Santa Clara, and Puerto Peñasco. Rodríguez-Quiroz et al. (2010) showed that 62% of the artisanal fishing from these three ports takes place in the Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve (including the Vaquita Refuge area). The growth of artisanal fishing in the Upper Gulf has been huge over the past two decades, with the number of *pangas* increasing from 635 to 1269 from 1995 to 1997, and to 2017 by 2003—over 40% of the entire Gulf of California *panga* "fleet" is now operating in the Upper Gulf. Most of these fishers use gillnets that incidentally capture vaquita and totoaba. By 2007, the number of pangas fishing in the Upper Gulf of California far exceeded that recommended when the Biosphere Reserve was declared (DOF, 2005). It is expected that the small-boat fishery will continue to grow as Mexican authorities reduce the size of the industrial fleet (Rodríguez-Quiroz et al., 2009).

The hypothesis that increasing freshwater flow from the Colorado River to the Gulf of California might improve productivity in the Upper Gulf is interesting, but as yet there seems to be no strong or unequivocal data in support of this idea, and multi-year studies have shown no correlation between river flow and nutrients or productivity (e.g., Nieto-García, 1998; Ramírez-León et al., 2015). In fact, there is some evidence that nutrient concentrations and primary productivity actually drop during periods of high freshwater flow into the Upper Gulf (Nieto-García, 1998; Ramírez-León et al., 2015; Table 1). There is also some evidence that clams (bivalve molluscs) in the Northern Gulf grow more slowly in lowered salinities (Schöne et al., 2003). As early as 1943, Gilbert and Allen (reporting on 1939 and 1940 Gulf research cruises of Scripps Institution of Oceanography) noted that the internal hydrographical features of the region "can fully account for the fertility of the Gulf without the necessity of considering the effect of the Colorado River."

Yet, seemingly exaggerated claims of environmental degradation in the Upper Gulf marine environment due to reduced Colorado River flow are common in the review literature (e.g., Kellogg, 2004; Arias et al., 2004; Glenn and Nagler, 2007; Calderón-Aguilera and Flessa, 2009; Zamora et al., 2013; Glenn et al., 2013a; Kostogiannis, 2015). Glenn et al. (2013a) even went so far as to suggest that "delta restoration" to "restore fisheries in the Upper Gulf of California" may be an impossibly ambitious goal. This is not to say that increased freshwater flow to the Upper Gulf might not change things—it might increase production of some species and reduce production of others in the ecosystem. However, we lack data to specifically address that question, and there is very little in the way of solid evidence that increased river flow to the Gulf would improve the health of an already healthy marine ecosystem that suffers primarily from fisheries issues. Thus, we disagree with Glenn and Nagler's (2007, page 361) claim that, "The biggest need for the intertidal and marine zone is more [fresh] water." We would argue that the biggest need is improved fisheries management/enforcement.

4. The Colorado River Delta – a highly variable environment

The Colorado River Delta (that area with alluvium deposits from the Colorado River) covers an area of 8612 km^2 (3325 mi^2), situated between 31° 03′ and 33° 45′ N latitude. The Colorado River is unique among the major delta-forming rivers of the world in that it has alternately discharged its waters into the sea and into land-locked basins.

The Mexican portion of the Colorado River Delta was first mapped by Derby in 1851 (Derby, 1852), by Ives in 1858 (Ives, 1861), and most famously by Sykes in 1907 and again in 1937, although today a variety of satellite-based images allow for accurate GIS mapping of the region (Fig. 2). The most comprehensive and detailed description of the delta ever published was probably that of Godfrey Sykes (1937) for the American Geographical Society, although many present-day workers have overlooked that important volume. Sykes's description was based on 45 years of surveys in the delta, often accompanied by botanist-explorer D. T. MacDougal. His 193-page narrative, with abundant statistics, maps and photographs, provides an accurate history of Colorado River flow across the delta and the changing physiographic history of the region from 1890 to 1935 (including a blow-by-blow account of the accidental formation of the Salton Sea). By making detailed comparisons of notes and maps of the delta from previous explorers, beginning with Francisco de Ulloa in 1539, and continuing through the explorations of Joseph C. Ives, logs of steamships that once connected the Gulf to Yuma (Arizona), and border projects by the Imperial Land Company and the U.S. Government, Sykes described the dynamic

history of the delta and its river channels as they changed from one decade to the next, and even from one flood event to the next.

Sykes (1937) showed that the undammed Colorado River in the delta changed course frequently, islands and shoals formed and disappeared, and various topographic lows became temporary lakes that impounded the river's flow for years at a time. From 1909 to 1930, Sykes described the river as flowing predominantly to the western side of delta, where it was deflected by the Sierra Cucapá. From there, it could run northward to the Salton Basin (via New River), southward in the Río Hardy channel to either the Laguna Salada Basin or to the sea, or it could pool in one of the large topographic lows just south the U.S.-Mexico border, such as Volcano Lake or Pescadero Basin (east of the Sierra Cucapá). Even when the main channel was on the eastern side of the delta, it could drain directly into Volcano Lake (a topographic low on the Cerro Prieto fault line) via the old Paredones River. When the river flowed northward, it threatened the towns of Calexico/Mexicali or Yuma and, in fact, it flooded those towns on more than one occasion. The two main watercourses that drained the Colorado River toward the Salton Basin were the Alamo River and the New River, whose channels still exist, although today they mainly carry irrigation drainage from croplands. Just after the turn of the 20th century, the U.S. and Mexico began building levees on the Mexican side of the border to protect Yuma and Calexico/Mexicali, the first being the Volcano Lake Levee constructed in 1908, and since then hardly a year passed without the U.S. or Mexico constructing new levees or canals on the delta.

During the 16th and 17th century explorations of Alarcón, Díaz and Kino, the mainstem of the Colorado River also flowed on the western side of the delta, probably occupying the Río Hardy channel. However, by the time of the Derby (1852) and Ives (1861) surveys, the mainstem had moved to the eastern side of the delta, and it may have maintained that position until the great floods of 1890–91, when the river again broke toward the west. During those floods, most of the river's water flowed north into the Salton Basin (Sykes, 1937). Beginning in 1901, U.S. land developers opened canals directly from the river to the Imperial Valley to support a fledgling agricultural enterprise, and it was the flood-rupture of these diversions in 1905 that led to the most recent refilling of the Salton Basin (creating the Salton Sea). In more recent (post-dam) times, the river has been channeled again on the eastern side of the delta by an extensive series of dikes and levees. Over the past 75 years, most of the delta has been converted to irrigated agriculture.

Feirstein et al. (2008) estimated the volume of Colorado River deltaic sediments at approximately 41,682 km^3, but Dorsey (2010) calculated it to be 220,000 km^3–340,000 km^3. Most of these sediments lie within the Salton Trough/Basin, a topographic depression that extends over parts of southeastern California, southwestern Arizona, and northwestern Mexico, within the Sonoran Desert (Lippmann et al., 1999; Anderson et al., 2003; Crowell et al., 2013). The trough is a classic graben formation lying on the west side of the San Andreas transform fault system and was formed by active rifting along the landward extension of the East Pacific Rise. This rifting/spreading center thus lies between the Pacific and North American tectonic plates. Cartographers generally recognize the region, from north to south, as the Coachella, Imperial, and Mexicali Valleys, as well as the floodplain of the Colorado River that abuts the Upper Gulf of California. Sediments in the Salton Trough have accumulated atop a Paleozoic basement of limestone, sandstone, conglomerate, and metamorphic rocks (Gastil et al., 1992; Delgado-Granados and Stock, 1994; Nations and Gauna, 1998; Fletcher and Munguía, 2000; Johnson et al., 2003; Bialas and Buck, 2009). The sediment-basement interface is irregular and occurs at depths from 1.4 to 5.6 km (Anderson et al., 2003; Loverly et al., 2006; Crowell et al., 2013; Pacheco et al., 2006). Historically, large-scale flood events on the Colorado River served to recharge the aquifer of this large contiguous hydrologic basin.

Although the Colorado River Delta includes the Salton Basin, much of the recently published hydrological research focuses only on the southern portion of the basin, from the U.S.-Mexico border south to the Upper Gulf of California—that part of the delta lying within the Mexicali Valley (e.g., Olmsted et al., 1973; Feirstein et al., 2008). Some recent workers have even constrained the "delta," for working purposes, to the area of the Colorado River between the constructed levees, plus the various wetlands—about 600 km^2 (Luecke et al., 1999; Cohen et al., 2001). The larger of these wetlands today are the Río Hardy and El Doctór wetlands, the Ciénega de Santa Clara, and Ciénega El Indio. The 36 km-stretch of the Colorado River from the Morelos Dam (at the California-Baja California border) to San Luis Río Colorado (at the Arizona-Sonora border) is considered as the uppermost extent of today's remnant Colorado River Delta in Mexico and has been called the limitrophe reach (Cohen et al., 2001; Cohen, 2013). Since the 1980s, the Colorado River channel has been bordered by high, engineered levees that prevent surface water from reaching most of the riverbed (and vice versa).

The delta region from the U.S.-Mexico border to the Upper Gulf lies in the Lower Colorado River Valley subdivision of the Sonoran Desert, which is one of the hottest and driest ecologically-defined areas in North America. Zamora et al. (2013) stated that precipitation on the delta averaged about 65 mm yr^{-1}, whereas Cohen et al. (2001) reported it as 54 mm yr^{-1} based on IBWC data for the years 1992–1998. Thompson (1968) and Ezcurra and Rodríguez (1986) reported average annual precipitation across the delta region as 68 mm, with evaporation rates up to 250 cm yr^{-1}. Not only is it the driest part of the Sonoran Desert, it experiences significant spatial variability in precipitation; long-term annual precipitation means from El Centro (California) average around 12.7 mm (1956–1998), from Mexicali (Baja California) average 160 mm (1973–1991), and from Yuma Valley average 11.6 mm (1987–1998) (Feirstein et al., 2008). Felger (2000) reported annual precipitation means of 55.3 mm at San Luis Río Colorado (1927–1967) and 40.2 mm at Riito (1950–1967), based on data from Hastings (1964) and Hastings and Humphrey (1969).

An understanding of the Colorado River Delta's overall water budget has only just begun to come into focus. Across the entire delta (on both sides of the international border), agriculture is the single largest water user, consuming nearly 50% of total river inflow, whereas natural vegetation uses about 10% of the total inflow. Urban water use accounts for about 2% of total regional water consumption, most of this being met with groundwater pumping (Cohen and Henges-Jeck, 2001). However, evapotranspiration (from cropland and open-water delivery canals) accounts for the single largest consumptive use of water in the delta, removing nearly half of the total inflows during non-flood years (Cohen and Henges-Jeck, 2001). Recharge associated with agriculture is the primary source of recharge to the aquifer today (Cohen and Henges-Jeck, 2001). Cohen (2013) used monitoring-well data to plot water table depth along the limitrophe stretch between Morelos Dam and the Southerly International Boundary (SIB). He found that over the past 70 years the water table dropped 12 m near the SIB, and about 3 m near Morelos Dam. Depth and variability of the water table varies greatly along the limitrophe, tending to drop more quickly in response to lack of surface flow the farther downstream the measurements are taken.

Carrillo-Guerrero et al. (2013) calculated a water budget for the delta south of the border that estimated a total surface water input of 2985 million m^3 yr^{-1} combined Colorado River flow past Morelos Dam, plus rainfall (based on data from April 2004 to April 2005). The U.S. has been compliant in meeting its annual water allotment delivery to Mexico of 1.85×10^9 m^3. However, the water delivered is generally of too low quality for urban use and often too high salinity for agricultural use. In non-flood years, about 90% of the Colorado River water entering Mexico is diverted as soon as it crosses the border, at Morelos Dam, into the Canal Reforma and Canal Alamo where it is distributed via approximately 1662 km of irrigation canals to border-region agriculture (Cohen and Henges-Jeck, 2001; Cohen, 2005; Feirstein et al., 2008; Carrillo-Guerrero et al., 2013).

In addition to water from the Colorado River allotment, over 700 federal and private wells in the Mexicali Valley pump subterranean water for urban and agricultural use. During non-flood years, water from wells pumping the Mexicali-San Luis Río Colorado aquifer is used to meet agricultural demands and reduce salinity levels of the water entering from the U.S. The Mexicali agricultural valley (Federal Irrigation District 014-Río Colorado) has over 200,000 ha of irrigated fields (Nagler et al., 2007; Carrillo-Guerrero et al., 2013). The main crops are wheat, alfalfa, and cotton that, together, occupy 74% of the cultivated area and use 71% of the water available in the district (Carrillo-Guerrero et al., 2013). At least a quarter of the water delivered for agricultural use is lost from the irrigation canals alone, due to evaporation and ground seepage (Carrillo-Guerrero et al., 2013, based on CONAGUA estimates). Alfalfa is the region's most water-intensive crop, with a very high evapotranspiration rate (Erie et al., 1982; Jensen, 1995).

Carrillo-Guerrero et al. (2013) estimated evapotranspiration rates from agricultural fields and freshwater/marsh wetlands in the region. They concluded that in non-flood years about 90% of the water diverted into agriculture fields in the Mexicali Valley is lost due to evapotranspiration alone (about 1.9×10^9 m^3 yr^{-1}, based on data for the 12-month period April 2004–April 2005). This is roughly the same amount of water guaranteed by the U.S.-Mexico Colorado River water treaty, and thus the amount of surface water that typically crosses into Mexico during non-flood years. However, the calculations of Carrillo-Guerrero et al. (2013) do not include water lost by way of crop and other vegetation biomass production, nor loss of water to the system by pumping it entirely out of the Mexicali Valley (e.g., water supplies to Tecate and Tijuana).

Carrillo-Guerrero et al. (2013) note that seepage losses from irrigation canals contribute to formation of a high, non-saline aquifer that supports trees along the Colorado River's riparian corridor because subsurface seepage losses drain toward the river channel as underflow. And they estimate that about 10% of the inflows to the Mexicali Valley end up being used by “natural ecosystems” (e.g., riparian habitats on the delta). Also, the half-dozen or so riparian (fresh and brackish water) marshes of the Colorado River Delta are maintained almost entirely by agricultural return flows from Mexico and the U.S. For example, in the west, the Río Hardy marshes are sustained by brackish agricultural flows from the Mexicali Valley Irrigation District that discharge into the Río Hardy channel. In the east, Ciénega de Santa Clara, the largest brackish marsh in the Sonoran Desert, is sustained primarily by brackish water pumped from the Wellton-Mohawk Irrigation and Drainage District in the U.S. and sent for disposal in Mexico via the Main Outlet Drain Extension (MODE) canal, which supplies 95% of the ciénega's water, with most of the remainder being supplied by the Riito-Santa Clara drain that transports surface irrigation runoff from the agricultural fields of the San Luis Río Colorado Valley in Sonora (Mexicano et al., 2013; García-Hernández et al., 2013a).

Orozco-Durán et al. (2015) also used Mexican National Water Commission (CONAGUA) data to assess water balance across the delta. Those data estimated that 755×10^6 m^3 of ground water (including rain infiltration) moves across the border annually from the Lower Colorado River Basin (CONAGUA, 2006, 2007, 2010; Orozco-Durán et al., 2015; W. Daesslé, pers. comm. 2015). Combined with the Carrillo-Guerrero et al. (2013) estimates of surface water (Colorado River + rainfall, see above), this yields a total freshwater influx to the delta of about 3.74×10^9 m^3 yr^{-1}. In the Mexicali Valley Basin, wells pump groundwater to the surface for use in urban centers as far away as Tecate and Tijuana, and for agricultural and industrial use. Water used outside the delta area (e.g., Tijuana and Tecate) is lost to the regional system and removed from the delta's water budget, as is water lost by evapotranspiration and in agricultural and wetland biomass production. Water used within the basin is partly recycled as it sinks back down to the water table from unlined agricultural and industrial canals, wastewater discharge, septic systems, etc. The amount of water that is removed from the system, by being exported outside the Mexicali Valley, by agricultural biomass production, and by evapotranspiration is very high. The National Water Commission estimated that less than 35×10^6 m^3 yr^{-1} (4.6%) finds its way to the Upper Gulf, through a mix of subterranean and surface flow, the latter mainly being via the Río Hardy drainage and Ciénega de Santa Clara seepage. To put this estimate in context, this is about 2% of the 1.85×10^9 m^3 (1.5 million acre-feet) of river water annually allotted to Mexico by the water treaty. (To further put this in context, California alone uses 4.0–5.5 million acre-feet of water annually just to grow alfalfa [University of California, 2016].)

The delta's aquifer is known to have high storage capacity and subterranean water moves very slowly toward the Gulf. However, the 35×10^6 m^3 yr^{-1} estimate may be too high, as some of this estimated discharge probably does not actually reach the marine environment, but is captured and impounded in freshwater artesian springs (*pozas*) along the southernmost Cerro Prieto fault, such as El Doctór wetlands near the town of El Golfo de Santa Clara, and the numerous *pozas* of coastal Bahía Adair, where it supports small refugial Colorado River Delta riparian wetland habitats.

Zamora et al. (2013) estimated that, today, less than 1% of the Colorado River's water reaches the Gulf, noting that the river's relict lowermost channel is plugged by sediment that accumulates during flood tides. Ebb tidal flows are not strong enough to keep the channel open, and weak-flowing (or no) river water cannot maintain it. During spring tide cycles, when no channel blockage was present, tidal flows could reach about 65 km upriver from Montague Island near the river's mouth due to the slight topographic gradient (about 16 cm/km) (Thompson, 1968; Payne et al., 1992; Nelson et al., 2013a,b). However, without adequate river flow these penetrating tidal currents result in bedload transport from the Gulf into the lower channel which builds an obstructive, recurring tidal sand bar across the river bed about 25–30 km upstream from Montague Island (about half-way to the junction of the Río Hardy). The sand bar apparently develops when river flow is greatly reduced or absent, and is re-opened only when sporadic high-river flows occur. Anecdotal reports of a sand bar obstruction in the lower river channel appeared as early as the late 1950s (Kira, 2000), but the first official report was in 1972, when Mexico's Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) reported it 23 km above Montague Island (U.S. Army Corps of Engineers, 1982). The sand bar was noted in LANDSAT satellite images by Nelson et al. (2013a,b) as early as 1972, and by Zamora et al. (2013) beginning after the year 2000, and by 2009 Zamora et al. (2013) estimated the up-channel tidal flow topped the sand bar only 12 days per year. Nelson et al. (2013a)also recorded the presence of the sand bar in 2011 using pressure-based logger data in the river channel.

Zamora et al. (2013) reasoned that the sand bar began accumulating after Glen Canyon Dam began operations in 1964, which is likely when tidal processes became dominant over fluvial processes in the lowermost river channel. During some of the unusually wet years of the 1980s and 1990s, when excess river flows were delivered to Mexico, the sand bar was apparently, at least periodically, scoured open. Payne et al. (1992) reported that the sand bar was washed away by the large 1984–1988 floodwater releases down the channel of the Colorado River. All (2006) argued that most of this discharge ended up in Laguna Salada where it was lost to evaporation, with little of it reaching the Gulf. On-site observations of the river mouth by S. M. Nelson showed that at least some fresh water reached the sea in 1984, 1993, and 1997 (Nelson et al., 2013a,b), but the actual amount is unknown. Analysis of LANDSAT satellite images from late 1979 through 1985 indicated that the sand bar impounded flood waters during the unusually wet years of the early 1980s, resulting in flooding that connected the river channel to the Ciénega de Santa Clara at least twice (Nelson et al., 2013a). Nelson (2007) noted that the presence of the sand bar resulted in back-flooding of most of the delta during the late 1983–early 1984 El Niño (see Fig. 3a), but by November 1984 the floods had finally opened a channel through the sand bar to allow the

remaining (unevaporated) water to reach the sea. Connectivity between the river and Ciénega de Santa Clara ended when the river cut a new channel through the sand bar in late 1984 (Nelson et al., 2013b). Flood releases during the 1990s kept the river channel open, but a new tidal sand bar formed after 2000, when river flow again fell (Nelson et al., 2013b; Zamora et al., 2013). Nelson et al. (2013a) noted the sand bar could be seen re-forming itself in 2006 LANDSAT images, at approximately the same location as the pre-1983 bar, and by 2008 it was high enough to cross over in a two-wheel drive vehicle during neap tide periods. However, Zamora et al. (2013) felt that spring tidal bores might have been able to top the sand bar several times a year even since 2000.

The groundwater flow and surface seepage that does reach the Upper Gulf has the potential to contribute some dissolved nitrates and silicates to the sea. However, most nitrates in surface and ground waters in the Mexicali Valley are derived from agriculture drains and sewage waste, and these might enter the Gulf primarily by surface seepage via the Ciénega de Santa Clara wetland. Their potential average annual contribution (via the ciénega) has been estimated at 59,400 kg $N\text{-}NO_3$ (Orozco-Durán et al., 2015). Running southeast from Ciénega de Santa Clara is the so-called Santa Clara Slough—a roughly 26,000-ha basin subject to periodic inundation from the Northern Gulf's high-amplitude spring tides, which historically reached the margin of the ciénega several times each year (Nelson et al., 2013a). The slough receives brackish water inflow from the ciénega, especially during winter months when delivery of agricultural wastewater increases and evapotranspiration decreases (Glenn et al., 2013a,b; Greenberg and Schlatter, 2012). During summer months, wastewater inflow to the ciénega is reduced and evapotranspiration rates reach their highest levels of the year, thus little or no water passes through to the slough (Greenberg and Schlatter, 2012; Glenn et al., 2013a,b). And, throughout the year, water exits the slough primarily through evaporation (Glenn et al., 2013a,b; Nelson et al., 2013a).

Silicates reaching the Upper Gulf, mostly in surface flow/seepage, are probably the result of ground water associated with geothermal sources in the region, and these may be a nutrient source for the large diatom populations of the Northern Gulf (which require silica to make their shells). Silica-rich brines from the delta's Cerro Prieto geothermal power station, for example, have an average value of 69.2 mg l^{-1} $Si\text{-}SiO_2$ (Orozco-Durán et al., 2015). Phosphates, however, are mostly transformed into a particle phase and precipitated out in sediments before reaching the Gulf, a process occurring at every dam the Colorado River encounters as phosphorous becomes trapped in reservoir sediments (Stevens et al., 1995; Stromberg and Chew, 2002).

Agricultural return-flows to the Colorado River channel in Mexico also carry high levels of fertilizers and insecticides. For example, during the 1990–91 crop cycle, at least 70,000 tons of fertilizers and 400,000 l of insecticides were used in the Mexicali Valley (Daesslé et al., 2009, based on DGE, 1993). This has increased the organic and inorganic compounds in the upper delta region (visible in Fig. 2 as the bright green of agricultural fields), including mercury, copper, arsenic, DDT, DDE, and DDD, in both surface and ground waters (García-Hernández et al., 2013b; Lugo-Ibarra et al., 2011; Daesslé et al., 2009).

Laguna Salada Basin (also known as Laguna Macuata, in the Pattie Basin, in the early 20th century) is situated in a fault depression between the massive Sierra de Juárez (of Baja California) on the west, and the 90 km-long Sierra Cucapá-Sierra El Mayor range on the east, the latter being fault-bounded ranges reaching ~1000 m in elevation (Fig. 2). Laguna Salada Basin is a tectonically active pull-apart basin (described by some geologists as a western subbasin of the Mexicali Valley), a graben (or half-graben) formed by the Laguna Salada Fault on the east (part of the Pacific-North American Plate boundary system, and a probable southern continuation of the Elsinore Fault in southern California), and the Sierra Juárez Fault on the west (Mueller and Rockwell, 1995; Martín-Barajas et al., 2001; Fletcher and Spelz, 2009; Alles, 2011; Nelson et al., 2013a,b. Hot artesian springs were reported from the western slopes of the Sierra Cucapá by Sykes (1937) and also appeared on his 1907 map of the region. The location of the Laguna Salada Fault itself is easily recognized by surface features, such as fault scarps, faulted alluvial fans, and freshly exposed bedrock. Visible, young alluvial deposits were probably displaced during the large regional earthquakes of 1892, 2008 and 2010, and the basin itself is filled 4–6 km deep with alluvial deposits (Martín-Barajas et al., 2001).

Like the Salton Basin, the Laguna Salada Basin has land surface elevations that lie below sea level, and the basin is lower in elevation than the Río Hardy channel at the southern tip of the Sierra El Mayor (Sykes, 1937). In April 2016, we measured a low point in the upper part of the basin (~32°32′N, 115°42′W) using a hand-held GPS altimeter (calibrated 14 h prior at sea level) at 11 m below mean sea level. Laguna Salada is a closed freshwater sink and evaporative basin, as is the Salton Sea. The northern boundary of the laguna is today effectively set by the high berm that supports Mexico's Federal Highway No. 2, which runs east-west through a pass in the northernmost Sierra Cucapá.

Compeán-Jiménez et al., 1981 estimated that Laguna Salada had the potential to lose 13,968 m^3 of water per hectare annually through evaporation, but this is probably a significant under-estimation given that they calculated the surface area at only 400 km^2 (less than half the potential areal coverage when the laguna is filled) and with a volume of just 730,106 m^3 (also probably a significant under-estimate).

The great depth of alluvial deposits in Laguna Salada clearly indicates that it has served as a flood-drainage basin for the Colorado River for millennia, and historically, during flood years, water also drained from the mainstem of the Colorado River (below the confluence with the Río Hardy) into the laguna, by way of the topographic low between the southern tip of the Sierra Cucapá-Sierra El Mayor range, and the northern tip (*El Promontorio*) of the Sierra de las Pintas (Sykes, 1937; Mueller and Rockwell, 1995; Cohen and Henges-Jeck, 2001). Sykes (1937) described flood flows filling Laguna Salada numerous times during his field studies, between 1910 and 1932. In the late 19th century it supported a valuable subsistence fishery for the indigenous Cucapá People (when it was called Laguna Maquata). However, construction of Hoover and Glen Canyon Dams cut off the lake's freshwater inflow (the Colorado River) and that fishery was destroyed as the lake dried. Laguna Salada had a resurgence in the late 1970s and early 1980s, during flood years, but those surface waters quickly evaporated (Álvarez de Williams, 2007; Brusca, 2007). Nelson et al. (2013a) suggested that flow into Laguna Salada may have largely ceased in 1986. However, large precipitation events in the Southwest could lead to it refilling in the future.

The size of the laguna is highly variable, ranging from completely dry to nearly 1000 km^2 in area of surface water. The Laguna Salada Basin itself exceeds 90 km in length, paralleling the western flanks of the Sierra Cucapá-Sierra El Mayor range (Figs. 2 and 3; also see Fig. 1.1 in Cohen and Henges-Jeck, 2001 and the 1937 Sykes' map). Compeán-Jiménez et al., 1981 cited the laguna as approximately 400 km^2. However, All (2006) reported it at ~1000 km^2, various Arizona Geological Society maps show it at just over 1000 km^2, Mueller and Rockwell's (1995) map shows it at ~800 km^2, Mexico's official INEGI map (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993) shows it at over 800 km^2, Sykes (1937) measured the basin at 1280 km^2, and the cartography of the American Automobile Association map depicts it at around 950 km^2. GIS maps of the delta show the "bathtub ring" area of Laguna Salada to be 990 km^2 in size, which is the same as the LANDSAT image of the filled laguna in 1984 (Fig. 3a), although the total amount of flood water trapped on the delta in June 1984 was approximately 2500 km^2. The high-water line of Laguna Salada is also easily recognized in Google Earth satellite images, and the calculated size of this area (using a polygon algorithm provided in Google Earth) is just under 1000 km^2. The entryway to the basin, which can be breached by heavy river flows (especially when combined with high spring tidal flows up the river channel), is south of the Sierra Cucapá-Sierra El

Mayor range, as shown in Cohen and Henges-Jeck (2001, p. 3), Sykes (1937), Mexico's INEGI maps, and satellite imagery (Fig. 3). The prominent "thumb" at the southern end of the Laguna Salada Basin, demarcated by the northern point, or *Promontorio*, of the Sierra de las Pintas, is evident in Sykes's, 1937 map and in satellite images (Fig. 3).

Using NASA images over a span of nearly two decades, All (2007) showed the extreme ebbs and flows of water into Laguna Salada and that during the 1980s flood years (at least the first half of the decade) about 1000 km^2 were inundated. In fact, what matters is not the amount of water in the basin at any given time (such as the Compeán-Jiménez et al. "snapshot in time"), but the capacity of the basin itself, which is approximately 1000 km^2.

Laguna Salada can also form as a small lake during summer monsoon rains, but it is often completely dry. However, even when Laguna Salada appears "dry" it commonly is not, because of its high capacity to store interstitial water in the deep, silty, alluvial sediments extending beneath its surface, and this water bank can be covered by a 2.5 to 7.5-cm-thick cap of crystalized salt. As with All (2007) and Álvarez de Williams (2007), we have had our 4-wheel-drive vehicles stuck more than once attempting to drive across what appeared to be a dry lake bed that actually had a thick layer of water-saturated mud just below the crystallized salt surface.

Evidence of Laguna Salada flooding also comes from records of the brackish-water barnacle *Amphibalanus subalbidus* (formerly *Balanus subalbidus*). This West Atlantic-native barnacle can live in nearly freshwater salinities (Poirrier and Partridge, 1979) and seems to have found its way into the Colorado River Delta in the wet years of the 1980s. In 1989, A. Boetzius found specimens of *A. subalbidus* in a dry portion of Laguna Salada Basin, and, in the same year, barnacle specialist R. Van Syoc found living specimens in a flooded part of the laguna (Van Syoc, 1992). In 1989 Álvarez de Williams (2007) found dead shells in Laguna Salada, in 1990 Van Syoc found dead shells in the Río Hardy, and in 1991 R. Brusca found dead shells in a dry peripheral area of Laguna Salada; the latter specimens had been growing in profusion at a height of 1.5 m on dead shrubs in the westernmost part of the basin (Brusca, 2007). In 2002, barnacle specialist W. Newman found living *A. subalbidus* on the delta again, but this time in agriculture canals at New River and Colonia Zacatecas, suggesting that there had been an exchange of water between there and Laguna Salada, possibly during the huge 1983-1984 flood that inundated the delta (Newman, pers. comm.). *Amphibalanus subalbidus* is native to the Gulf of Mexico and has never been reported from the Gulf of California (or anywhere else in the East Pacific) in modern times. This barnacle is well known from estuarine habitats in the Gulf of Mexico (Poirrier and Partridge, 1979). Van Syoc (1992) concluded that the modern-day *A. subalbidus* is the same species as the fossil barnacle, *Balanus canabus* Zullo and Buising, 1989, described from the Bouse Formation of the lower Colorado River area of Arizona and California, and Van Syoc (1992) relegated the latter species to a junior synonym of *A. subalbidus*. This last discovery suggests that this now-West Atlantic species once lived in the Colorado River Delta, but then went locally extinct, only to be reintroduced in recent times. Dead specimens of *A. subalbidus* can be found embedded in the sediments throughout the laguna today (Fig. 5).



Fig. 5. Dried shells of the barnacle *Amphibalanus subalbidus* in situ in Laguna Salada (2016). *A. subalbidus* is an Atlantic species likely introduced to Colorado River Delta brackish-water wetlands in the 1980s.

The topographical gradient of the Colorado River in the lower delta region is so slight (about 16 cm/km; Thompson, 1968) that the river loses its firm channel and becomes a meandering network of small streams, oxbows, sloughs, and backwaters. The expanse of the delta between the southern end of the Laguna Salada Basin (on the west) and the Ciénega de Santa Clara wetland (on the east) is low-lying mudflat that can become inundated by brackish water during now-rare flood events of the Colorado River, and much of it can also become saturated with seawater during the highest spring tides in the Upper Gulf. Today, this lower-most delta region is fundamentally marine in nature, not riparian. Much of it is vegetatively dominated by the endemic marine grass *Distichlis palmeri* (Felger, 2000). In fact, the final 19 km of the Colorado River has been viewed as part of the Upper Gulf's intertidal zone (Cohen et al., 2001). Because flood flows down the Colorado River channel in this lowermost delta region are not naturally well channelized, water thinly spreads out over the entire area.

Responding to a long history of flooding on the delta (and loss of homes and agricultural land), the Mexican government channelized much of the region, diverting most of the lowermost delta water flow directly into the Laguna Salada Basin. In 1974, a 3 m-deep canal was constructed to move floodwaters from the Colorado River and lowermost delta (Irrigation District No. 14) into the basin. The government also excavated the Canal Alimentador (Feeder Canal), near the Cerro Prieto geothermal power generating plant just east of the Sierra Cucapá, that moved floodwaters from the west-central Mexicali Valley to Laguna Salada. The 1983–84 floods washed out a large, natural earthen berm along the Río Hardy channel, which had acted to keep water in the channel, and thus flowing to the delta wetlands. After this event, however, overflows were diverted into the Laguna Salada Basin via the Laguna Salada Canal.

The 24 km-long Río Hardy (a former channel and now tributary of the Colorado River) collects water from the eastern watershed of the Sierra Cucapá-Sierra El Mayor range, as well as flood, agricultural, and various waste waters from the western Mexicali Valley. With declines in precipitation over the past 25 years, most of the Río Hardy flow is now from agricultural drainage, wastewater of the Cerro Prieto geothermal wells (which began operating in 1973), and wastewater from the Arenitas secondary sewage treatment plant (that flows through the small Las Arenitas wetland, recently created by local conservation groups in collaboration with the state government to help biologically treat the outflow from the plant). The Río Hardy water is thus of poor quality; it is high in total salts and may contain pesticide residues, heavy metals, selenium, and nitrates from fertilizers. During most high-flow events from 1983 to 1985, water apparently flowed from the Río Hardy more or less directly into Laguna Salada. However, Nelson et al. (2013a,b) also documented at least some of the flood flow in the river channel all the way to the Gulf in 1984, 1993 and 1997, so not all of the delta's water was impounded in the laguna.

The government report by Compeán-Jiménez et al. (1981) found *Tamarix ramosissima* (tamarisk, salt cedar) and *Typha latifolia* (cattail) to be the dominant macrophyte vegetation at Laguna Salada. The study also found 11 species of freshwater fishes and 2 species of crustaceans—none indigenous to the Colorado River south of the U.S.-Mexico border, and all introduced from California and Arizona, probably via the flood flows that crossed the international border. In addition, some marine euryhaline species immigrated into the laguna from the

Sea of Cortez—striped mullet (*Mugil cephalus*), machete (*Elops affinis*), small squids, etc. In the past, high spring tides in the Upper Gulf occasionally reached the laguna, periodically introducing marine species of fishes and invertebrates. This largely ended with construction of Mexico's Federal Highway No. 5, running south to San Felipe. Although the floodwater connection of Laguna Salada to the Sea of Cortez may have largely been closed in the early 1980s, the euryhaline striped mullet was apparently able to spawn and recruit in brackish water and individuals have been sporadically reported from irrigation waters of the Mexicali Valley ever since at least 1967. It has been suggested that the floods of the 1983–84 El Niño might have destroyed most of the diversion canals leading to Laguna Salada, but the extent and impact of this is unclear, as is any channeling that might have been repaired or rebuilt since that event.

The major impact of all these sinks and natural and man-made diversions in the delta, that redirect surface-water flood flows in the Colorado River channel, has been to prevent river water from directly reaching the Gulf of California. As a result, since the mid-1970s only during the flood years of 1978, 1982–1988, 1993, and 1997–1999 is it likely that any significant Colorado River surface water could have reached the Upper Gulf (seepage out of Ciénega de Santa Clara aside). The amount that actually reached the Gulf during those flood years remains a hotly debated topic.

5. Conclusions and future research directions

Our review of published research and our personal observations indicate that the Northern Gulf of California is, historically and currently, one of the most biologically productive marine regions on Earth. This high productivity is driven by a unique mix of factors, including: coastal upwelling, wind-driven mixing, extreme tidal mixing and turbulence, thermohaline circulation that moves intermediate waters into the mixed layer, coastal-trapped waves, regular sediment resuspension, and (to a lesser extent) agricultural runoff and perhaps input from decomposing tidal-flat plant debris, and released nutrients from erosion of ancient Colorado River Delta sediments. Suggestions that decreased Colorado River flow due to upstream anthropogenic water impoundments and diversions has had a negative impact on the health of the Northern Gulf of California ecosystem, particularly by reducing primary productivity and/or stock production of finfish and shellfish, appear to be ill-founded. There is no evidence that surface flow from the Colorado River is now, nor has ever been an important driver of primary productivity in the Northern Gulf, and there is only equivocal or disputable evidence to support the claim that reduced river flow has impacted secondary (finfish) production in that region. Two tests of the river flow-productivity hypothesis made by tracking nutrients and phytoplankton production over time periods that included high, low, and zero river inflow, found no correlation. In fact, both studies found that decreased nutrients and primary productivity were associated with high freshwater flows into the Upper Gulf. Aside from impacts of historical and current fisheries activities, the marine ecosystem of the Northern Gulf remains healthy, rich in nutrients, and high in biodiversity and productivity. Primary productivity and human extraction of shrimp, Gulf corvina, totoaba (largely illegally), and other marine resources, remain very high in this region. The ecosystem is historically adapted to widely fluctuating Colorado River flows and elevated salinities. There also is no evidence that reduced Colorado River flow has negatively impacted the health of the critically endangered vaquita porpoise, and assertions that it has done so deflect attention from the actual cause of decline—high levels of bycatch in legal and illegal gillnet fisheries. Climate change models (and actual data trends) suggest there will be even less Colorado River water reaching the Gulf of California in the foreseeable future, and that the delta will be gradually inundated by Upper Gulf waters as sea levels continue to rise. However, productivity should remain high and fisheries can be sustained if they are properly managed.

Future research should focus on the potential effects of climate change on the Northern Gulf ecosystem and, importantly, on the potential rate of marine transgression across the Colorado River Delta as sea levels continue to rise. More information is also needed on the possible negative impact of freshwater inflow from the Colorado River on productivity in the Northern Gulf. Future studies of river-flow impact on the Upper Gulf should include ground-truth surface salinity measurements in the study area, to determine how much, if any, Colorado River water is actually reaching the Upper Gulf.

Acknowledgments

A number of people were kind enough to critically review early versions of this manuscript, and we thank them sincerely: Luis Bourillón, Lorenzo Rojas-Bracho, Debra Colodner, Paul Dayton, Christine Flanagan, Karl Flessa, Michel Hendrickx, Lorayne Meltzer, Sarah Mesnick, Ed Pfeiler, Tad Pfister, and Barbara Taylor. Linda Brewer created Fig. 1; Alan Yanahan (University of Arizona, Tucson) constructed the GIS map of the Northern Gulf of California/Colorado River Delta (Fig. 2). Alejandro Hinojosa-Corona (CICESE, Ensenada, Baja California) contributed the LANDSAT images (Fig. 3). Paul Valentich-Scott (Santa Barbara Natural History Museum, California) and Ellen E. Strong (Smithsonian Institution, Washington, D.C.) provided assistance with *Mulinia* taxonomy and collection records. The first author thanks The Schlinger Foundation for its continuing support of his work in Mexico.

References

Aalbers, S.A., 2008. Seasonal, diel, and lunar spawning periodicities and associated sound production of white seabass (*Atractoscion nobilis*). U. S. Fish. Bull. 106, 143–151.
Ainsworth, C.H., Morzaria-Luna, H.N., Kaplan, I.C., Levin, P.S., Fulton, E.A., 2012a. Full compliance with harvest regulations yields ecological benefits: Northern Gulf of California case study. J. Appl. Ecol. 49, 63–72.
Ainsworth, C.H., Morzaria-Luna, H.N., Kaplan, I.C., Levin, P.S., Fulton, E.A., Cudney-Bueno, R., Turk-Boyer, P., Torre, J., Danemann, G.D., Pfister, T., 2012b. Effective ecosystem-based management must encourage regulatory compliance: a Gulf of California case study. Mar. Policy 36, 1275–1283.
All, J.D., 2006. Colorado River floods, droughts, and shrimp fishing in the upper Gulf of California, Mexico. Environ. Manag. 37, 111–125.
All, J.D., 2007. Sound and fury signifying nothing: using geoinformatics to inform resource policy in the Gulf of California, Mexico. Environ. Manag. 40, 7–11.
All, J.D., Yool, S.R., 2008. Indexing endangered species risk in the Colorado River Delta, Mexico using AVHRR NDVI time-series data. Geocarto Int. 19, 4–5.
Allen, W.E., 1923. Observations on surface distribution of marine diatoms of Lower California in 1921. Proc. Calif. Acad. Sci. 12, 437–442.
Allen, W.E., 1937. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allen Hancock Expedition of 1936. Hancock Pacific Expeditions 3. University of Southern California, pp. 47–59.
Allen, W.E., 1938. The Templeton-Crocker Expedition to the Gulf of California in 1935. Phytoplankton. Transactions of the American Microscopy Society 67, pp. 328–335.
Alles, D.L., 2011. Geology of the Salton Trough. http://fire.biol.wwu.edu/trent/alles/GeologySaltonTrough.pdf (Last updated 28 October 2011).
Álvarez de Williams, A., 2007. Sing the River. In: Felger, R.S., Broyles, B. (Eds.), Dry Borders. Great Natural Reserves of the Sonoran Desert. University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 99–116 (Chapter 11).
Álvarez, L.G., Jones, S.E., 2002. Factors influencing suspended sediment flux in the Upper Gulf of California. Estuar. Coast. Shelf Sci. 54, 747–759.
Álvarez-Borrego, S., 2001. The Colorado River estuary and Upper Gulf of California, Baja, Mexico. In: Seeliger, U., Drude-De-Lacerda, L., Kjerfve, B. (Eds.), Coastal Marine Ecosystems of Latin-America. Springer-Verlag, Berlin, pp. 331–340 (Chapter 33).
Álvarez-Borrego, S., 2002. Physical and biological linkages between the upper and lower Colorado Delta. In: Rapport, D.J., Lasley, W.L., Rolston, D.E., Nielsen, N.O., Qaualset, C.O., Damania, A.B. (Eds.), Managing for Healthy Ecosystems. Lewis Publishers, Boca Raton, Louisiana, pp. 1077–1089.
Álvarez-Borrego, S., Flores-Báez, B.P., Galindo-Bect, L.A., 1975. Hidrología del alto Golfo de California-II. Condiciones durante invierno, primavera y verano. Cienc. Mar. 2, 21–36.
Álvarez-Borrego, S., Galindo-Bect, L.A., 1974. Hidrología del alto Golfo de California-I. Condiciones durante otoño. Cienc. Mar. 1, 46–64.
Álvarez-Borrego, S., Lara-Lara, J.R., 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In: Dauphin, J.P., Simoneit, B. (Eds.), The Gulf and Peninsular Province of the Californias. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 47. Tulsa, Oklahoma, pp. 555–567.
Álvarez-Borrego, S., Rivera, J.A., Gaxiola-Castro, G., Acosta-Ruíz, M.J., Schwartzlose, R.A., 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Cienc. Mar. 5, 53–71.
Álvarez-Borrego, S., Schwartzlose, R.A., 1979. Water masses of the Gulf of California. Cienc. Mar. 6, 43–63.

Álvarez-Molina, L.L., Álvarez-Borrego, S., Lara-Lara, J.R., Marinone, S.G., 2013. Annual and semiannual variations of phytoplankton biomass and production in the central Gulf of California estimated from satellite data. Cienc. Mar. 39, 217–230.
Anderson, B.T., Roads, J.O., Chen, S.C., 2000. Large-scale forcing of summertime monsoon surges over the Gulf of California and the southwestern United States. J. Geophys. Res. Atmos. 105, 24455–24467.
Anderson, G., Agnew, D.C., Johnson, H.O., 2003. Salton Trough regional deformation estimated from combined trilateration and survey-mode GPS data. Bull. Seismol. Soc. Am. 93, 2402–2414.
Aragón-Noriega, E.A., 2014. Modeling the individual growth of the Gulf corvina, *Cynoscion othonopterus* (Pisces: Sciaenidae) using a multi-model approach. Cienc. Mar. 40, 149–161.
Aragón-Noriega, E.A., Calderón-Aguilera, L.E., 2000. Does damming of the Colorado River affect the nursery area of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) in the Upper Gulf of California. Rev. Biol. Trop. 48, 1–5.
Aragón-Noriega, E.A., Calderón-Aguilera, L.E., 2001. Age and growth of shrimp postlarvae in the Upper Gulf of California. Aqua 4, 99–104.
Aragón-Noriega, E.A., García-Juárez, A.R., 2002. Postlarvae recruitment of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) in antiestuarine conditions due to anthropogenic activities. Hidrobiológica 12, 37–46.
Aragón-Noriega, E.A., Cervantes-Valle, C., García-Juárez, A.R., Calderón-Aguilera, L.E., 1999. Distribución y abundancia de la población desovante de camarones del norte del Golfo de California durante el verano de 1996. Cienc. Mar. 3, 37–48.
Aragón-Noriega, E.A., Rodríguez, G., Cisneros-Mata, M.A., Ortega-Rubio, A., 2010. Managing a protected marine area for the conservation of critically endangered vaquita (*Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958) in the Upper Gulf of California. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. 17, 410–416.
Aragón-Noriega, E.A., Valenzuela-Quiñones, W., Esparza-Leal, H., Ortega-Rubio, A., Rodríguez-Quiroz, G., 2009. Analysis of management options for artisanal fishing of the bigeye croaker *Micropogonias megalops* (Gilbert, 1890) in the Upper Gulf of California. Int. J. Biodivers. Sci. Manag. 5, 208–214.
Arellano-Peralta, V.A., Medrano González, L., 2013. Mamíferos marinos en el golfo de California. Macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación. Colección Posgrado, Biblioteca Nacional de México, Universidad Nacional Autónoma de México (265 pp.).
Arellano-Peralta, V.A., Sáez Arroyo, A., Medrano González, L., 2011. Historia del impacto humano sobre los mamíferos marinos del Golfo de California. 98. CONABIO, Biodiversitas, pp. 8–12.
Argote, M.L., Amador, A., Lavín, M.F., 1995. Tidal dissipation and stratification in the Gulf of California. J. Geophys. Res. 100 (C8), 16,103–16,118.
Arias, E., Albar, M., Becerra, M., Boone, A., Chia, D., Gao, J., Muñoz, C., Parra, I., Reza, M., Saínz, J., Vargas, A., 2004. Gulf of California/Colorado River Basin. Global International Waters Assessment, United Nations Environment Programme, Report 27. University of Kalmar, Sweden (116 pp.).
Baba, J.C., Peterson, D., Schrader, H.J., 1991. Fine-grained terrigenous sediment supply and dispersal in the Gulf of California during the last century. In: Dauphin, J.P., Simoneit, B.R.T. (Eds.), The Gulf and Peninsular Province of the Californias. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 47, pp. 589–602.
Bahre, C.J., Bourillón, L., Torre, J., 2000. The Seri and commercial totoaba fishing (1930–1965). J. Southwest 42, 559–575.
Barrera-Guevara, J.C., 1990. The conservation of *Totoaba macdonaldi* (Pisces: Sciaenidae) in the Gulf of California, Mexico. J. Fish Biol. 37 (Suppl. A), 201–202.
Beier, S., 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. J. Phys. Oceanogr. 27, 615–632.
Beier, S., Ripa, P., 1999. Seasonal gyres in the northern Gulf of California. J. Phys. Oceanogr. 29, 305–311.
Berdegué-A., J., 1955. La pesquería de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi* Gilbert) en San Felipe, Baja California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 16, 45–78.
Bernal, P.A., 1981. A review of the low-frequency response of the pelagic ecosystem in the California Current. CalCOFI Reports. 22, pp. 49–62.
Beron-Vera, F.J., Ripa, P., 2000. Three dimensional aspects of the seasonal heat balance in the Gulf of California. J. Geophys. Res. 105, 11,441–11,457.
Bialas, R.W., Buck, W.R., 2009. How sediment promotes narrow rifting: application to the Gulf of California. Tectonics 28. http://dx.doi.org/10.1029/2008TC002394.
Blake, W.P., 1914. The Cahuilla Basin and Desert of the Colorado. In: MacDougal, D.T. (Ed.), The Salton Sea. Carnegie Institute of Washington, Publ. No. 193, pp. 1–12.
Bobadilla, M., Alvarez-Borrego, S., Avila-Foucat, S., Lara-Valencia, F., Espejel, I., 2011. Evolution of environmental policy instruments implemented for the protection of totoaba and the vaquita porpoise in the Upper Gulf of California. Environ. Sci. Pol. 14, 998–1007.
Bordoni, S., Stevens, B., 2006. Principal component analysis of the summertime winds over the Gulf of California: a gulf surge index. Mon. Weather Rev. 134, 3395–3414.
Bray, N.A., 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. J. Geophys. Res. Oceans 93:4993–5020. http://dx.doi.org/10.1029/JC0093iC05p04993.
Bray, N.A., Robles, J.M., 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. In: Dauphin, J.P., Simoneit, B.R.T. (Eds.), The Gulf and Peninsular Province of the Californias. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 47. Tulsa, Oklahoma, pp. 511–553.
Brinton, E., Fleminger, A., Siegel-Causey, D., 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. CalCOFI Reports. 27, pp. 228–266.
Brito-Castillo, L., Díaz-Castro, S., Salinas-Zavala, C.A., Douglas, A.V., 2003. Reconstruction of long-term winter streamflow in the Gulf of California continental watershed. J. Hydrol. 278, 39–50.
Brownell Jr., R.L., 1982. Status of the cochito, *Phocoena sinus*, in the Gulf of California. In: Clark, J.G. (Ed.), Mammals in the Seas. Volume IV: Small Cetaceans, Seals, Sirenians and Otters. FAO Advisory Committee on Marine Resources Research. Working Party on Marine Mammals. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 85–90.
Brusca, R.C., 2007. Invertebrate biodiversity in the northern Gulf of California. In: Felger, R.S., Broyles, W. (Eds.), Dry Borders. Great Natural Reserves of the Sonoran Desert. University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 418–504 (chapter 29).
Brusca, R.C. (Ed.), 2010. The Gulf of California: Biodiversity and Conservation. University of Arizona Press & Arizona-Sonora Desert Museum Press, Tucson, Arizona .
Brusca, R.C., Findley, L.T., Hastings, P.A., Hendrickx, M.E., Torre Cosio, J., van der Heiden, A.M., 2005. Macrofaunal biodiversity in the Gulf of California. In: Cartron, J.-L.E., Ceballos, G., Felger, R. (Eds.), Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico. Oxford University Press, New York, pp. 179–203 (Chapter 9).
Brusca, R.C., Hendrickx, M.E., 2015. Macrofauna Golfo Invertebrate Database. http://www.desertmuseum.org/center/seaofcortez/database.php.
Brusca, R.C., Wiens, J.F., Meyer, W.M., Eble, J., Franklin, K., Overpeck, J.T., Moore, W., 2013. Dramatic response to climate change in the Southwest: Robert Whittaker's 1963 Arizona mountain plant transect revisited. Ecol. Evol. 3:3307–3319. http://dx.doi.org/10.1002/ece3.720.
Calambokidis, J., 1988. Chlorinated hydrocarbons in the Gulf of California harbor porpoise (*Phocoena sinus*). Final contract report MM4465846-3 to the U. S. Marine Mammal Commission (Available at http://www.cascadiaresearch.org/).
Calderón-Aguilera, L.E., Flessa, K.W., 2009. Just add water? Transboundary Colorado River flow and ecosystem services in the upper Gulf of California. In: López-Hoffman, L., McGovern, E.D., Varady, R.G., Flessa, K.W. (Eds.), Conservation of Shared Environments. Learning From the United States and Mexico. University of Arizona Press, Tucson, pp. 155–169 (Chapter 10).
Calderón-Aguilera, L.E., Marinone, S.G., Aragón-Noriega, E.A., 2003. Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in the Upper Gulf of California. J. Mar. Syst. 39, 117–128.
Carbajal, N., Souza, A., Durazo, R., 1997. A numerical study of the ex-ROFI of the Colorado River. J. Mar. Syst. 12, 17–33.
Carpelan, L.H., 1961. History of the Salton Sea. In: Walker, B.W. (Ed.), The Ecology of the Salton Sea, California, in Relation to the SportfisheryFish Bulletin No. 113. California Department of Fish and Game, pp. 9–15.
Carrillo, L.E., Lavín, M.F., Palacios-Hernández, E., 2002. Seasonal evolution of the geostrophic circulation in the northern Gulf of California. Estuar. Coast. Shelf Sci. 54, 157–173.
Carrillo-Guerrero, Y., Glenn, E.P., Hinojosa-Huerta, O., 2013. Water budget for agricultural and aquatic ecosystems in the delta of the Colorado River, Mexico: implications for obtaining water for the environment. Ecol. Eng. 59, 41–51.
Carriquiry, J.D., 1993. Dynamics of sedimentation in the deltaic system of the Colorado River. Proceedings of the II International Meeting on Geology of Baja California Peninsula. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B. C., Mexico .
Carriquiry, J.D., Sánchez, A., 1999. Sedimentation in the Colorado River Delta and Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. Mar. Geol. 158, 125–145.
Carriquiry, J.D., Sánchez, A., Camacho-Ibar, V.F., 2001. Sedimentation in the northern Gulf of California after cessation of the Colorado River discharge. Sediment. Geol. 144, 37–62.
Carriquiry, J.D., Villaescusa, J.A., Camacho-Ibar, V., Daesslé, L.W., Castro-Castro, P.G., 2011. The effects of damming on the material flux in the Colorado River delta. Environ. Earth Sci. 62, 1404–1418.
Castillo-Moreno, G., 1999. Efecto de algunas variables sobre la abundancia relativa de postlarvas de camarón de los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus* (Crustacea: Decapoda) en el Alto Golfo de California. (Tesis de Maestría). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (74 pp.).
Chao, N. L., H. Espinosa, L. T. Findley and A. van der Heiden. *Cynoscion othonopterus*. IUCN Red List of Threatened Species. (Accessed 15 May 2015).
Christensen, N.S., Wood, A.W., Voisin, N., Lettenmaier, D.P., Palmer, R.N., 2004. The effects of climate change on the hydrology and water resources of the Colorado River Basin. Climate Change 62, 337–363.
Chute, G.R., 1928. The Totuava Fishery of the California Gulf. 14. California Department of Fish and Game, pp. 275–281.
Chute, G.R., 1930. Seen Kow, A Regal Soup-Stock. 16. California Department of Fish and Game, pp. 23–35.
Cinti, A., Shaw, W., Cudney-Bueno, R., Rojo, M., 2010. The unintended consequences of formal fisheries policies: social disparities and resource overuse in a major fishing community in the Gulf of California, Mexico. Mar. Policy 34, 328–339.
Cintra-Buenrostro, C.E., Flessa, K.W., Dettman, D.L., 2012. Restoration flows for the Colorado River estuary, Mexico: estimates from oxygen isotopes in the bivalve mollusk *Mulinia coloradoensis* (Mactridae: Bivalvia). Wetl. Ecol. Manag. http://dx.doi.org/10.1007/s11273-012-9255-5 .
CIRVA (Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita), 2014. Report of the 5th meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita. Available at: http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/Report-of-the-Fifth-Meeting-of-CIRVA.pdf (Accessed 7 March 2016).
CIRVA (Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita), 2015. Report of the 6th meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita. Available at http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/CIRVA-6-Report-Rev-19-July-2015.pdf (Accessed 7 March 2016).
CIRVA (Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita), 2016. Report of the 7th meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita, May 10-13, 2016. Available at http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/CIRVA-6-Report-Rev-19-July-2015.pdf ((accessed 7 March 2016). Available at http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/CIRVA-7-Final-Report.pdf).

Cisneros-Mata, M.A., 2010. The importance of fisheries in the Gulf of California and ecosystem-based sustainable co-management for conservation. In: Brusca, R. (Ed.), The Gulf of California. Biodiversity and Conservation. University of Arizona Press, Tucson, pp. 119–134.
Cisneros-Montemayor, A.M., Cisneros-Mata, M.A., Harper, S., Pauly, D., 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. Mar. Policy 39, 283–288.
Cisneros-Mata, M.A., Montemayor-López, G., Román-Rodríguez, M.J., 1995. Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi*. Conserv. Biol. 94, 806–814.
CITES, 2015. Totoaba. Review of Appendixes, Based on Resolution of the Conference 9.24 (Rev.) (Accessed 15 May 2015).
CLIMAS Project (University of Arizona), 2012. Available at www.climas.arizona.edu/projects/southwest-climate-outlook (Accessed 15 November 2012).
Coan, E.V., Valentich-Scott, P., 2012. Bivalve Seashells of Tropical West America. 2 vol. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, California.
Cohen, M.J., 2005. Understanding Flows Through the Remnant Colorado River Delta—Recommendations for Stream-Gauge Sites and Data Collection. Pacific Institute Publication, Boulder, Colorado (www.pacinst.org).
Cohen, M.J., 2013. Groundwater Dynamics in the Colorado River Limitrophe. Pacific Institute, Oakland, California (www.pacinst.org).
Cohen, M.J., Henges-Jeck, C., 2001. Missing water: the uses and flows of water in the Colorado River Delta region. A Report of the Pacific Institute, Sept. 2001, Oakland, California (ISBN: 1-893790-05-3).
Cohen, M.J., Henges-Jeck, C., Castillo-Moreno, G., 2001. A preliminary water balance for the Colorado River Delta, 1992–1998. J. Arid Environ. 49, 35–48.
Compeán-Jiménez, G., Baylon-Grecco, O., Robles, H., Aranda, J., 1981. Estudio preliminar de la pesquería de la Laguna Salada, Baja California. Delegación Federal de Pesca en el Estado de Baja California (http://www.sci.sdsu.edu/salton/EstudioPesqueriaLagunaSala.html).
CONAGUA, 2006. Relación de cultivos establecidos: Total sistemas (año agrícola 2005–06). Comisión Nacional del Agua, Jefatura del Distrito de Riego 014. Departamento de Estadística Agrícola, Mexicali, Baja California.
CONAGUA, 2007. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero del valle de Mexicali, Estado de Baja California. Diario Oficial de la Federación (13 de agosto).
CONAGUA, 2010. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero 2601 valle de San Luis Río Colorado, Estado de Sonora. Diario Oficial de la Federación (16 de agosto).
CONAPESCA, 2010. Subdelegación de Pesca en Sonora. In, Manual de capacitación y diseño de recursos sobre diferentes técnicas recomendadas para el manejo y procesamiento de la curvina golfina que permitirá dar el valor agregado requerido, que será diverso y muy relacionado a los hábitos de consumo de los diferentes mercados en los que se pretende colocar el recurso (producto 3). Consultores Ejecutivos de Sonora S.A. de C. V. Agosto de 2010, Guaymas, Sonora (84 pp.).
del Cortés-Lara, M., Álvarez-Borrego, S., Giles-Guzmán, A.D., 1999. Vertical mixing effect on the distribution of nutrients and phytoplankton in two regions of the Gulf of California during summer. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 49, 193–206.
Crowell, B.W., Bock, Y., Sandwell, D.T., Fialko, Y., 2013. Geodetic investigation into the deformation of the Salton Trough. J. Geophys. Res. Solid Earth 18:5030–5039. http://dx.doi.org/10.1002/jgrb.50347.
Cummings, J.A., 1977. Seasonal and aerial variation of zooplankton standing stocks in the Northern Gulf of California. (M.Sc. thesis). University of Arizona, Tucson (61 pp.).
Cupul-Magaña, L.A., 1994. Flujos de sedimentos en suspension y de nutrients en la Cuenca estuarine del Río Colorado. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, Mexico (117 pp.).
D'Agrosa, C., Lennert-Cody, C.E., Vidal, O., 2000. Vaquita bycatch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: Driving a small population to extinction. Conserv. Biol. 14, 1110–1119.
Daesslé, L., Lugo-Ibarra, K.C., Tobschall, H.J., Melo, M., Gutiérrez-Galindo, E.A., García-Hernández, J., 2009. Accumulation of As, Pb and Cu associated to the recent sedimentary processes in the Colorado Delta, south of the US-Mexico boundary. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 56, 680–692.
Daesslé, L., Orozco, A., Struck, U., Camacho-Ibar, V.F., van Geldern, R., Santamaría-del-Ángel, E., Barth, J.A.C., 2016. Sources and sinks of nutrients and organic carbon during the 2014 pulse flow of the Colorado River into Mexico. Ecol. Eng. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.02.018.
Dall, W.H., 1894. On the species of *Mulinia* from the Pacific coast. The Nautilus. 8, pp. 5–6.
Delgado-Granados, H., Aguirre-Gutiérrez, G., Stock, J. (Eds.), 1994. Cenozoic Tectonics and Volcanism of MexicoSpecial Paper 334. Geological Society of America.
Derby, G.H., 1852. Report of the expedition of the United States transport "Invincible" to the Gulf of California and River Colorado, 1850 and 1851. 32nd Congress, 1st Session, U.S. Senate Executive Document No. 81.
Dettman, D.L., Flessa, K.W., Rooparine, P.D., Schöne, B.R., Goodwin, D.H., 2004. The use of oxygen isotope variants in shells of estuarine mollusks as a quantitative record of seasonal annual Colorado River discharge. Geochim. Cosmochim. Acta 68, 1253–1263.
Diffenbaugh, N.S., Giorgi, F., 2012. Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. Climate Change 114, 813–822.
DGE, 1993. Plan de Ordenamiento Ecológica del Estado de Baja California. Dirección General de Ecología, Gobierno del Estado de Baja California (122 pp.).
DOF (Diario Oficial de la Federación), 2005. Programa de protección de la vaquita dentro de área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California. Publ. DOF, Septiembre 2005.
DOF (Diario Oficial de la Federación), 2007. NORMA Oficial Mexicana, NOM-063-PESC-2005, pesca responsable de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) en aguas de jurisdicción federal del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Especificaciones para su aprovechamiento. Publ. DOF, Agosto 2007.
Dorsey, R.J., 2010. Sedimentation and crustal recycling along an active oblique-rift margin: Salton Trough and northern Gulf of California. Geology 38, 443–446.
Douglas, M.W., 1995. The summertime low-level jet over the Gulf of California. Mon. Weather Rev. 123, 2334–2347.
Douglas, R., Gonzalez-Yajimovich, O., Ledesma-Vazquez, J., Staines-Urias, F., 2007. Climate forcing, primary production and the distribution of Holocene biogenic sediments in the Gulf of California. Quat. Sci. Rev. 26, 115–129.
Enríquez-Andrade, R., Anaya-Reyna, G., Barrera-Guevara, J.C., Carvajal-Moreno, M.A., Martínez-Delgado, M.E., Vaca-Rodríguez, J., Valdés-Casillas, C., 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California region. Ocean Coast. Manag. 48, 31–50.
Erie, L.J., French, O.F., Bucks, D.A., Harris, K., 1982. Consumptive use of water by major crops in the southwestern United States. Conservation Research Report No. 29, Agricultural Research Service. U. S. Department of Agriculture, Washington, D.C.
Erisman, B., Aburto-Oropeza, O., González-Abraham, C., Mascareñas-Osorio, I., Moreno-Báez, M., Hastings, P., 2012. Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. Sci. Rep. 2:284. http://dx.doi.org/10.1038/srep00284.
Erisman, B., Mascareñas, I., López-Sagástegui, C., Moreno-Báez, M., Jiménez-Esquivel, V., Aburto-Oropeza, O., 2015. A comparison of fishing activities between two coastal communities within a biosphere reserve in the Upper Gulf of California. Fish. Res. 164, 254–265.
Erisman, B., Mascareñas, I., Paredes, G., Sadovy de Mitcheson, Y., Aburto-Oropeza, O., Hastings, P., 2010. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. Fish. Res. 106, 279–288.
Erisman, B., Paredes, G.A., Plomozo-Lugo, T., Cota-Nieto, J.J., Hastings, P.A., Aburto-Oropeza, O., 2011. Spatial structure of commercial marine fisheries in Northwest Mexico. ICES J. Mar. Sci. http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsq179 .
Ezcurra, E., Rodríguez, V., 1986. Rainfall patterns in the Gran Desierto, Sonora, Mexico. J. Arid Environ. 10, 13–28.
Feirstein, E. J., F. Zamora, L. B. Vionnet and T. Maddock III. 2008. Simulation of groundwater conditions in the Colorado River Delta, Mexico. Unpubl. document of the Department of Hydrology and Water Resources, University of Arizona, Tucson Arizona.
Felger, R.S., 2000. Flora of the Gran Desierto and Río Colorado of Northwestern Mexico. University of Arizona Press, Tucson.
Félix-Ortíz, M., Siu-Quevedo, E., Castañeda-Lomas, N., Rodríguez-Domínguez, G., Rodríguez-Montes de Oca, G., Aragón-Noriega, E.A., 2014. Species composition and timing of penaeid shrimp postlarvae (Decapoda, Penaeidae) in two zones of the Mexican Pacific coast. Crustaceana 87, 801–813.
Figueroa, F., Klein, J., 1986. The evolution of MHC class II genes. Immunol. Today 7, 78–81.
Findley, L., 2010. Totoaba macdonaldi. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T22003A9346099 http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20103.RLTS.T22003A9346099.en.
Flanagan, C.A., Hendrickson, J.R., 1976. Observations on the commercial fishery and reproductive biology of the totoaba, *Cynoscion macdonaldi*, in the northern Gulf of California. U. S. Fish. Bull. 74, 531–554.
Fleischer, L., 1996. Mexico progress report on cetacean research. April 1994 to March 1995. Report of the International Whaling Commission. 46, pp. 262–265.
Fleischer, L., Moncada Cooley, R., Pérez-Cortés Moreno, H., Polanco Ortíz, A., 1996. Análisis de la mortalidad incidental de la vaquita, *Phocoena sinus*. Historia y actualidad (April de 1994). Cienc. Pesq. 13, 78–82.
Flessa, K.W., Glenn, E.P., Hinojosa-Huerta, O., de la Parra-Rentería, C.A., Ramírez-Hernández, I., Schmidt, J.C., Zamora-Arroyo, F., 2013. Flooding the Colorado River Delta: a landscape-scale experiment. IOS 94, 485–486.
Fletcher, J.M., Munguía, L., 2000. Active continental rifting in southern Baja California, Mexico: implications for plate motion partitioning and the transition to seafloor spreading in the Gulf of California. Tectonics 19, 1107–1123.
Fletcher, J.M., Spelz, R.M., 2009. Patterns of Quaternary deformation and rupture propagation associated with an active low-angle normal fault, Laguna Salada, Mexico: evidence of a rolling hinge? Geosphere 5, 385–407.
Galindo-Bect, M.S., 2012. Nutrients in the upper Gulf of California and the Colorado River Delta. Report of the 4th Meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita (Available at: http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/Report-of-the-Fourth-Meeting-of-theInternational-Committee-for-the-Recovery-of-Vaquita.pdf. (Accessed 18 March 2016)).
Galindo-Bect, M.S., Aragón Noriega, A.A., Hernández Ayón, J.M., Lavín, M.F., Huerta Díaz, M.A., Delgadillo Hinojosa, F., Segovia Zavala, J.A., 2010. Distribution of penaeid shrimp larvae and postlarvae in the upper Gulf of California. Crustaceana 83, 809–819.
Galindo-Bect, M.S., Glenn, E.P., Page, H.M., Fitzsimmons, K., Galindo-Bect, L.A., Hernández-Ayon, J.M., Petty, R.L., García-Hernández, J., Moore, D., 2000. Penaeid shrimp landings in the upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. U. S. Fish. Bull. 98, 222–225.
Galindo-Bect, M.S., Santa Ríos, A., Hernández-Ayón, J.M., Huerta-Díaz, M.A., Delgadillo-Hinojosa, F., 2013. The use of urban wastewater for the Colorado River delta restoration. Prog. Environ. Sci. 18, 829–835.
García-Borbón, J.A., Balart, E.F., Gallo, J.J., Loreto-Campos, P.A., 1996. Pesquería del camarón. In: Casas-Valdez, M., Ponce-Díaz, G. (Eds.), Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. Ediciones CIBNOR, La Paz, Baja California Sur, pp. 187–206.
García-Caudillo, J.M., Cisneros-Mata, M.A., Balmori-Ramírez, A., 2000. Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. Biol. Conserv. 92, 199–205.
García-De León, F.J., 2013. La totoaba, un pez enigmatico del golfo de California. Investig. Cienc. 10, 11.

García-De León, F.J., Valles-Jimenez, R., Shaw, K., Ward, R., De-Anda-Montañez, J., Martínez-Delgado, M., 2010. Characterization of fourteen microsatellite loci in the endemic and threatened totoaba (*Totoaba macdonadi*) from the Gulf of California. Conserv. Genet. Resour. 2, 219–221.

García-Hernández, J., Flessa, K., Santiago-Serrano, E., Romero-Hernández, S., Zamora-Arroyo, F., Ramírez-Hernández, J., 2013a. Salinity responses to inflow alterations in a 6500 ha *Typha* wetland. Ecol. Eng. 59, 18–29.

García-Hernández, J., Glenn, E.P., Flessa, K., 2013b. Identification of chemicals of potential concern (OPECs) in anthropogenic wetlands of the Colorado River Delta. Ecol. Eng. 59, 52–60.

Gastil, R.G., Wracher, M., Strand, G., Kear, L.L., Eley, D., Chapman, D., Anderson, C., 1992. The tectonic history of the southwestern United States and Sonora, Mexico, during the past 100 M.Y. Tectonics 11, 990–997.

Gaxiola-Castro, G., Álvarez-Borrego, S., Lavín, M.F., Zirino, A., Najera-Martínez, S., 1999. Spatial variability of the photosynthetic parameters and biomass of the Gulf of California phytoplankton. J. Plankton Res. 21, 231–245.

Gaxiola-Castro, G., García-Cordova, J., Valdéz-Holguin, J.E., Botello-Ruvalcaba, M., 1995. Spatial distribution of chlorophyll *a* and primary productivity in relation to winter physical structure in the Gulf of California. Cont. Shelf Res. 15, 1043–1059.

Gherard, K.E., Erisman, B.E., Aburto-Oropeza, O., Rowell, K., Allen, L.G., 2013. Growth, development, and reproduction in Gulf Corvina (*Cynoscion othonopterus*). Bull. South. Calif. Acad. Sci. 112, 1–18.

Gilbert, J.Y., Allen, W.E., 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the "E. W. Scripps" in 1939 and 1940. J. Mar. Res. 5, 89–110.

Glenn, E.P., Felger, R.S., Búrquez, A., Turner, D.S., 1992. Ciénega de Santa Clara: endangered wetland in the Colorado River Delta, Sonora, Mexico. Nat. Resour. J. 32, 817–824.

Glenn, E.P., Flessa, K.W., Cohen, M.J., Nagler, P.L., Rowell, K., Zamora-Arroyo, F., 2007. Just add water and the Colorado River still reaches the sea. Environ. Manag. 40, 1–6.

Glenn, E.P., Flessa, K.W., Pitt, J., 2013a. Restoration potential of the aquatic ecosystems of the Colorado River Delta, Mexico: introduction to special issue on "Wetlands of the Colorado River Delta". Ecol. Eng. 59, 1–6.

Glenn, E.P., Hucklebridge, K., Hinojosa-Huerta, O., Nagler, P.L., Pitt, J., 2008. Reconciling environmental and flood control goals on an arid-zone river: case study of the limitrophe region of the Lower Colorado River in the United States and Mexico. Environ. Manag. 41, 322–335.

Glenn, E.P., Lee, C., Felger, R., Zengel, S., 1995. Effects of water management on the wetlands of the Colorado River Delta, Mexico. Conserv. Biol. 10, 1175–1186.

Glenn, E.P., Lee, C., Valdés-Casillas, C., 2001a. Introduction [to special issue on the Colorado River Delta]. J. Arid Environ. 49, 1–4.

Glenn, E.P., Mexicano, L., García-Hernández, J., Nagler, P.L., Gómez-Sapiens, M.M., Tang, D., Lomeli, M.A., Ramírez-Hernández, J., Zamora-Arroyo, F., 2013b. Evapotranspiration and water balance of an anthropogenic coastal desert wetland: responses to fire, inflows and salinities. Ecol. Eng. 59, 176–184.

Glenn, E.P., Nagler, P.L., 2007. New life for the Colorado River Delta. In: Felger, R.S., Broyles, B. (Eds.), Dry BordersGreat Natural Reserves of the Sonoran Desert. University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 357–363 (Chapter 25).

Glenn, E.P., Zamora-Arroyo, F., Nagler, P.L., Briggs, M., Shaw, W., Flessa, K., 2001b. Ecology and conservation biology of the Colorado River Delta, Mexico. J. Arid Environ. 49, 5–15.

Gómez-Sapiens, M.M., Tang, D., Glenn, E.P., Lomelí, M.A., Ramírez-Hernández, J., Pitt, J., 2013. Modeling water management scenarios for the Ciénega de Santa Clara, an anthropogenic coastal desert wetland system, based on inflow volumes and salinities. Ecol. Eng. 59, 30–40.

González-Yajimovich, O., Douglas, R., Gorsline, D., 2007. Holocene rainfall and productivity variation in the Gulf of California. American Geophysical Union, Spring Meeting, Abstract OS32A-07.

Grant IV, U.S., Gale, H.R., 1931. Catalogue of the marine Pliocene and Pleistocene Mollusca of California and adjacent regions. San Diego Society of Natural History, Memoirs 1 (1036 pp. [Reprinted 1958.]).

Greenberg, K., Schlatter, K. (Eds.), 2012. Ciénega de Santa Clara Monitoring Program, Final Report. International Boundary and Water Commission, El Paso, Texas.

Grijalva-Ortíz, N., 1972. Tidal computation in the Gulf of California. Geofis. Int. 12, 13–34.

Grimes, C.B., Kingsford, M.J., 1996. How do riverine plumes of different sizes influence fish larvae: do they enhance recruitment? Mar. Freshw. Res. 47, 191–208.

Harding, B.L., Sangoyomi, T.B., Payton, E.A., 1995. Impacts of severe sustained drought on Colorado River water resources. Water Resour. Bull. 31, 815–824.

Hastings, J.R., 1964. Climatological data for Sonora and northern Sinaloa. Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions 15. University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics, Tucson.

Hastings, J.R., Humphrey, R.R., 1969. Climatological data and statistics for Sonora and northern Sinaloa. Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions 19. University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics, Tucson.

Hastings, P.A., Findley, L.T., 2007. Marine fishes of the Upper Gulf Biosphere Reserve, northern Gulf of California. In: Felger, R.S., Broyles, B. (Eds.), Dry Borders. Great Natural Areas of the Gran Desierto and Upper Gulf of California. University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 364–382 (716-720 (Chapter 26)).

Hastings, P.A., Walker, H.J., Galland, G.R., 2014. Fishes: A Guide to their Diversity. University of California Press, Berkeley.

Hayhoe, K., Cayan, D., Field, C.B., Ferumhoff, P.C., Maurer, E.P., Miller, N.L., Moser, S.C., Schneider, S.H., Cahill, K.N., Cleland, E.E., Dale, L., Drapek, R., Hanemann, R.M., Kalkstein, L.S., Lenihan, J., Lunch, C.K., Neilson, R.P., Sheridan, S.C., Verville, J.H., 2004. Emissions pathways, climate change, and impacts on California. Proc. Natl. Acad. Sci. 101, 12,422–12,427.

Hendrickx, M.E., Brusca, R.C., 2007. Distribución de invertebrados marinos endémicos en el Golfo de California, México. XII Congresso Latino-Americano de Ciéncias do Mar, Florianópolis, Brazil, 15 a 19 de Abril de 2007. Memorias AOCEANO – Associação Brasileira de Oceanografia (4 pp.).

Hendrickx, M.E., Brusca, R.C., Findley, L.T. (Eds.), 2005. A Distributional Checklist of the Macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados]. Arizona-Sonora Desert Museum and Conservation International (429 pp.).

Hernández-Ayón, M., Galindo-Bect, S., Flores-Báez, B.P., Álvarez-Borrego, S., 1993. Nutrient concentrations are high in the turbid waters of the Colorado River delta. Estuar. Coast. Shelf Sci. 37, 593–602.

Hernández-Azcúnaga, L., Carbajal, N., Montaño-Ley, Y., 2014. Bedload transport of sediments and morphodynamics in the northern Gulf of California. J. Coast. Res. 30, 228–236.

Herrera-Cervantes, H., Lluch-Cota, S.E., Lluch-Cota, D.B., de Velasco San Román, G.G., Lluch-Belda, D., 2010. ENSO influence on satellite-derived chlorophyll trends in the Gulf of California. Atmosfera 23, 253–262.

Herrera-Valdivia, E., López-Martínez, J., Castillo Vargasmachuca, S., 2015. Estrés en la comunidad íctica en la pesca de arrastre del camarón en el norte del Golfo de California. Rev. Biol. Trop. 63, 741–754.

Hidalgo-González, R.M., Álvarez-Borrego, S., Zirino, A., 1997. Mixing in the region of the Midriff Islands of the Gulf of California: effect on surface pCO_2. Cienc. Mar. 23, 317–327.

Hinojosa-Huerta, O., Nagler, P.L., Carrillo-Guererro, Y.K., Glenn, E.P., 2013b. Reprint of: effects of drought on birds and riparian vegetation in the Colorado River Delta, Mexico. Ecol. Eng. 59, 104–110.

Hinojosa-Huerta, O., Soto-Montoya, E., Gómez-Sapiens, M., Calvo-Fonseca, A., Guzmán-Olachea, R., Butrón-Méndez, J., Buitrón-Rodríguez, J.J., Román-Rodríguez, M., 2013a. The birds of the Ciénega de Santa Clara, a wetland of international importance within the Colorado River Delta. Ecol. Eng. 59, 61–73.

Hodson, H., 2014. Colorado River back from the dead. New Sci. 221 (2969):8–9. http://dx.doi.org/10.1016/S0262(14)60509-1.

Hohn, A.A., Read, A.J., Fernández, S., Vidal, O., Findley, L.T., 1996. Life history of vaquita, *Phocoena sinus* (Phocoenidae, Cetacea). J. Zool. (Lond.) 239, 235–251.

Hubbs, C.L., Miller, R.R., 1948. The Great Basin, with emphasis on glacial and postglacial times. II. The zoological evidence. Bull. Univ. Utah 38, 103–112.

Huddleston, R.W., Takeuchi, G.T., 2007. First fossil record of *Totoaba* Villamar 1980 (Teleostei: Sciaenidae) based upon early Miocene otoliths from California with comments on the ontogeny of the saccular otoliths. Bull. South. Calif. Acad. Sci. 106, 1–15.

IBWC, 2014. Initial Progress Report for Minute 319 Colorado River Delta Environmental Flows Monitoring. International Boundary and Water Commission, USA-Mexico (http://www.ibwc.gov/EMD/Min319Monitoring.pdf. (Accessed 16 March 2016)).

INEGI, 1993. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Carta Topográfica, San Felipe (H11-3) and Mexicali (11-S) sectors.

INEGI, 2000. Dirección general de Estadística. Encuesta Nacional de Población y Vivienda 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México, D.F.

IPPC, 2013. Summary for policymakers. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, England, pp. 1–29.

IUCN, 2016. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Mortges, Switzerland. Available at http://www.iucnredlest.org/details/17028/0 (Accessed 18 March 2016).

Ives, J.C., 1861. Report upon the Colorado River of the West, explored in 1857 and 1858. 36th Congress, 1st Session, U.S. House Executive Document No. 90 .

IWC, 1991a. Chairman's report of the forty-second meeting. Report of the International Whaling Commission 41, pp. 11–50.

IWC, 1991b. Report of the scientific committee. Report of the Internal Whaling Commission 41, pp. 51–82.

IWC, 1991c. Report of the subcommittee on small cetaceans. Report of the International Whaling Commission 41, pp. 172–190.

IWC, 1996. Report of the scientific committee. Report of the International Whaling Commission 46, pp. 49–236.

Jaramillo-Legorreta, A.M., Rojas-Bracho, L., Brownell Jr., R.L., Read, A.J., Reeves, R.R., Ralls, K., Taylor, B.L., 2007. Saving the vaquita: immediate action, not more data. Conserv. Biol. 21, 1653–1655.

Jensen, M.E., 1995. Water use assessment of the Imperial Irrigation District, Fort Collins, California. Final Report. Report to the U.S. Bureau of Reclamation, Boulder City, Nevada.

Johnson, S.E., Paterson, S.R., Fletcher, J.M., Girty, G.H., Kimbrough, D.L., Martin-Barajas, A. (Eds.), 2003. Tectonic evolution of northwestern Mexico and the southwestern USA. Geological Society of America Special Paper No. 374. Geological Society of America, Boulder, Colorado.

Jordan, D.S., Evermann, B.W., 1898. The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Part II. Bull. US Natl Mus. 47, 1241–1936.

Kahru, M., Marinone, S.G., Lluch-Cota, S.E., Parés-Sierra, A., Mitchell, G., 2004. Ocean color variability in the Gulf of California: scales from the El Niño-La Niña cycle to tides. Deep-Sea Res. II 51, 139–146.

Keen, A.M., 1971. Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. second ed. Stanford University Press, Stanford, California .

Kellogg, B., 2004. The dam controversy: does the endangered species act apply internationally to protect foreign species harmed by dams on the Colorado River? J. Transnatl. Law Policy 13, 447–474.

Kira, G.S., 2000. The Unforgettable Sea of Cortez: Baja California's Golden Age, 1947–1977: The Life and Writings of Ray Cannon. Cortez Publications, Torrance, California.
Kostogiannis, A., 2015. Restoring the Colorado River Delta. Water Policy, Governance and Law (http://ucwosl.rebo.uu.nl/wp-content/uploads/2014/10/Kostogiannis-de-la-Fuente-Tedder.pdf. (Accessed 15 February 2016)).
Kowalewski, M., Ávila Serrano, G.E., Flessa, K.W., Goodfriend, G.A., 2000. Dead delta's former productivity: two trillion shells at the mouth of the Colorado River. Geology 28, 1059–1062.
Lavín, M.F., Beier, E., Badán, A., 1997a. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. In: Lavín, M.F. (Ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, pp. 141–171.
Lavín, M.F., Castro, R., Beier, E., Cabrera, C., Godínez, V.M., Amador-Buenrostro, A., 2014. Surface circulation in the Gulf of California in summer from surface drifters and satellite images (2004–2006). J. Geophys. Res. Oceans http://dx.doi.org/10.1002/2013JC009345.
Lavín, M.F., Durazo, R., Palacios, E., Argote, M.L., Carrillo, L., 1997b. Lagrangian observations of the circulation in the northern Gulf of California. J. Phys. Oceanogr. 27, 2298–2305.
Lavín, M.F., Gaxiola-Castro, G., Robles, J.M., Richter, K., 1995. Winter water masses and nutrients in the northern Gulf of California. J. Geophys. Res. 100, 8587–8605.
Lavín, M.F., Godínez, V.M., Álvarez, L.G., 1998. Inverse-estuarine features of the upper Gulf of California. Estuar. Coast. Shelf Sci. 47, 769–795.
Lavín, M.F., Marinone, S.G., 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. In: Velasco Fuentes, O.U., et al. (Eds.), Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 173–204.
Lavín, M.F., Organista, S., 1988. Surface heat flux in the northern Gulf of California. J. Geophys. Res. 93, 14,033–14,038.
Lavín, M.F., Sánchez, S., 1999. On how the Colorado River affected the hydrography of the upper Gulf of California. Cont. Shelf Res. 19, 1545–1560.
Laylander, D., 2005. The regional consequences of Lake Cahuilla. http://soap.sdsu.edu/Volume1/LakeCahuilla/cahuilla.htm (Accessed 1 July 2015).
Leal-Gaxiola, A., López-Martínez, J., Chávez, E.A., Hernández-Vázquez, S., Méndez-Tenorio, F., 2001. Interannual variability of reproductive period of the brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) (Decapoda, Natantia). Crustaceana 74, 839–851.
Lepley, L.K., Vonder Harr, S.P., Hendrickson, J.R., Calderón-Riveroll, G., 1975. Circulation in the northern Gulf of California from orbital photographs and ship investigations. Cienc. Mar. 2, 86–93.
Lercari, D., Arreguín-Sánchez, F., 2009. An ecosystem modeling approach to deriving viable harvest strategies for multispecies management of the northern Gulf of California. Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. 19, 384–397.
Lercari, D., Arreguín-Sánchez, F., Le Quesne, W., 2007. An ecosystem simulation model of the northern Gulf of California. In: Le Quesne, W.J.F., Arreguín-Sánchez, F., Heymons, S.J.J. (Eds.), INCOFISH Ecosystem Models: Transiting From Ecopath to Ecospace. Fisheries Centre Research Reports 15(6). Fisheries Centre, University of British Columbia, pp. 100–113.
Lercari, D., Chávez, E.A., 2007. Possible causes related to historic stock depletion of the totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Perciformes: Sciaenidae) endemic to the Gulf of California. Fish. Res. 86, 136–142.
Lippmann, M., Truesdell, A., Frye, G., 1999. The Cerro Prieto and Salton Sea geothermal fields—are they really alike? Proceedings 24th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, California, January 25–27, SGP-TR-162.
Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., Lluch-Cota, S.E., 2003. Baja California's biological transition zones: refuges for the California sardine. J. Oceanogr. 59, 503–513.
Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., Lluch-Cota, S.E., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C., 2014. Fisheries of northwest Mexico. In: Wehncke, E.V., Lara-Lara, J.R., Álvarez-Borrego, S., Ezcurra, E. (Eds.), Conservation Science in Mexico's Northwest. U.C. MEXUS (Institute for Mexico and the United States, University of California, Riverside) and SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., pp. 513–533.
Lluch-Cota, S.E., Aragón-Noriega, E.A., Arreguín-Sánchez, F., Aurioles-Gamboa, D., Bautista-Romero, J.J., Brusca, R.C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera-Cervantes, A., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., López-Martínez, J., Marinone, S.G., Nevárez-Martínez, M.O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C.A., Schwartzlose, R.A., Sierra-Beltrán, A.P., 2007. The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges. Prog. Oceanogr. 73, 1–26.
Lluch-Cota, S.E., Arias-Aréchiga, J.P., 2000. Sobre la importancia de considerar Centros de Actividad Biológica para la regionalización del océano: El caso del Golfo de California. In: Lluch-Belda, D., Elourduy-Garay, J., Lluch-Cota, S.E., Ponce-Diaz, G. (Eds.), Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Centro Interdiciplinario de Ciencias Marinas-IPN, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F. (367 pp.).
Lluch-Cota, S.E., Parés-Sierra, A., Magaña-Rueda, V.O., Arreguín-Sánchez, F., Bazzino, G., Herrera-Cervantes, H., Lluch-Belda, D., 2010. Changing climate in the Gulf of California. Prog. Oceanogr. 87, 114–126.
López, L., 1968. Estudio preliminario sobre las migraciones de postmisis de *Penaeus vannamei* Boone. FAO Fisheries Report No. 57: 405–413. UNESCO, Rome .
López, M., Candela, J., Argote, M.L., 2006. Why does the Ballenas Channel have the coldest SST in the Gulf of California? Geophys. Res. Lett. 33:L11603. http://dx.doi.org/10.1029/2006GL025908.
López, M., Candela, J., García, J., 2008. Two overflows in the Northern Gulf of California. J. Geophys. Res. 113:C08023. http://dx.doi.org/10.1029/2007JC004575.
López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., García-Juárez, A.R., Valenzuela-Quiñonez, W., 2003. Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and its relation to temperature. Fish. Res. 61, 95–105.
Loverly, P., Shaw, J.H., Liu, Q., Tromp, J., 2006. A structural *Vp* model of the Salton Trough, California, and its implications for seismic hazard. Bull. Seismol. Soc. Am. 96: 1882–1896. http://dx.doi.org/10.1785/0120050166.
Luecke, D.F., Pitt, J., Congdon, C., Glenn, E., Valdés-Casillas, C., Briggs, M., 1999. A Delta Once More: Restoring Riparian and Wetland Habitat in the Colorado River Delta. Environmental Defense Fund Publication, Washington D. C. (51 pp.).
Lugo-Ibarra, K.C., Daesslé, L.W., Macías-Zamora, J.V., Ramírez-Álvarez, N., 2011. Persistent organic pollutants associated to water fluxes and sedimentary processes in the Colorado River Delta, Baja California, Mexico. Chemosphere 85, 210–217.
Mair, J.McD., 1980. Salinity and water-type preferences of four species of postlarval shrimp (*Penaeus*) from west Mexico. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 45, 69–82.
Mair, J.McD., Watkins, J.L., Williamson, D.I., 1982. Factors affecting the immigration of postlarval penaeid shrimp into a Mexican lagoon system. Oceanologica Acta, Proc. Internat. Symp. on Coastal Lagoons, Bordeaux France, 8–14 September 1981, pp. 339–345.
Manzano-Sarabia, M.M., Aragón-Noriega, E.A., Salinas-Zavala, C.A., Lluch-Cota, D.B., 2007. Distribution and abundance of penaeid shrimp in a hypersaline lagoon in northwestern Mexico, emphasizing the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* life cycle. Mar. Biol. 152, 1021–1029.
Marinone, S.G., 2007. A note on "Why does the Ballenas Channel have the coldest SST in the Gulf of California?". Geophys. Res. Lett. 34. http://dx.doi.org/10.1029/2006GL028589.
Marinone, S.G., 2008. On the three-dimensional numerical modeling of the deep circulation around Ángel de la Guarda Island in the Gulf of California. Estuar. Coast. Shelf Sci. 80, 430–434.
Márquez-Farías, J.F., Rosales-Juárez, F.J., 2013. Intrinsic rebound potential of the endangered *Totoaba macdonaldi* population endemic to the Gulf of California, Mexico. Fish. Res. 147, 150–153.
Mateos, E., Marinone, S.G., Lavín, M.F., 2006. Role of tides and mixing in the formation of an anticyclonic gyre in San Pedro Mártir Basin, Gulf of California. Deep-Sea Res. II 53, 6076.
Martín-Barajas, A., Vázquez-Hernández, S., Carreño, L.L., Helenes, J., Suárez-Vidal, F., Álvarez-Rosales, J., 2001. Late Neogene stratigraphy and tectonic control on facies evolution in the Laguna Salada Basin, northern Baja California, Mexico. Sediment. Geol. 144, 5–35.
Martínez-Díaz-de-León, A., 2001. Upper-ocean circulation patterns in the northern Gulf of California, expressed in ERS-2 synthetic aperture radar imagery. Cienc. Mar. 27, 209–221.
Matthews, J.B., 1969. Tides in the Gulf of California. In: Thomson, D.A., Mead, A.R., Schreiber, J.E. (Eds.), Environmental Impact of Brine Effluents on Gulf of California. U.S. Department of Interior Research and Development Progress Report No. 387.
May, R.C., 1975. Effects of temperature and salinity on fertilization, embryonic development, and hatching in *Bairdiella icistia* (Pisces: Sciaenidae), and the effect of parental salinity acclimatization on embryonic and larval salinity tolerance. U. S. Fish. Bull. 73, 1–22.
Mexicano, L., Glenn, E.P., Hinojosa-Huerta, O., García-Hernández, J., Flessa, K., Hinojosa-Corona, A., 2013. Long-term sustainability of the hydrology and vegetation of Ciénega de Santa Clara, an anthropogenic wetland created by disposal of agricultural drain water in the delta of the Colorado River, Mexico. Ecol. Eng. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.096 .
Millán-Núñez, R., Santamaría-del-Ángel, E., Cajal-Medrano, R., Barocio-León, O.A., 1999. The Colorado River Delta: a high primary productivity ecosystem. Cienc. Mar. 25, 509–540.
Milliman, J.D., Meade, R.H., 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. J. Geol. 91, 1–21.
Minckley, W.L., 1991. Native fishes of the Grand Canyon region: an obituary? In: National Research Council (Ed.), Colorado River Ecology and Dam Management. National Academies Press, Washington, D.C.
Miranda-Reyes, F., Reyes-Coca, S., García-López, J., 1990. Climatología de la región noroeste de México. Parte I. Precipitación. Technical Report EBA No. 3, CICESE, Ensenada, Baja California (160 pp.).
Montaño, Y., 2003. Long-term effects of the bedload sediment transport on the seabottom morphodynamics of the Colorado River Delta. (PhD thesis). Université de Liège, Belgium.
Montaño, Y., Carbajal, N., 2008. Numerical experiments on the long-term morphodynamics of the Colorado River Delta. Ocean Dyn. 58, 19–29.
Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J., Beléndez-Moreno, L.F.J., 2013. Estimating biomass, recruitment, and harvest rate for the Pacific yellowleg shrimp *Farfantepenaeus californiensis* from a size-based model. J. Shellfish Res. 32, 815–823.
Morales-Zárate, M.V., Arreguín-Sánchez, F., López-Martínez, J., Lluch-Cota, S.E., 2004. Ecosystem trophic structure and energy flux in the northern Gulf of California, México. Ecol. Model. 174, 331–345.
Morita, K.S., Morita, H., 2002. Rule of age and size at maturity: individual variation in the maturation history of resident white-spotted charr. J. Fish Biol. 61 (2002), 1230–1238.
Morrison, J.I., Postel, S.L., Gleick, P.H., 1996. The sustainable use of water in the Lower Colorado River Basin. Report of the Pacific Institute, Oakland, California .
Morzaria-Luna, H.N., Turk-Boyer, P., Moreno-Báez, M., 2013. Social indicators of vulnerability for fishing communities in the northern Gulf of California, Mexico:

implications for climate change. Mar. Policy http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2013.10.013.
Morzaria-Luna, H.N., Turk-Boyer, P., Rosemartin, A., Camacho-Ibar, V.F., 2014. Vulnerability to climate change of hypersaline salt marshes in the northern Gulf of California. Ocean Coast. Manag. 93, 37–50.
Mueller, K.J., Rockwell, T.K., 1995. Late quaternary activity of the Laguna Salada Fault in northern Baja California, Mexico. Bull. Geol. Soc. Am. 107, 8–18.
Munguía-Vega, A., Esquer-Garrigos, Y., Rojas-Bracho, L., Vázquez-Juárez, R., Castro-Prieto, A., Flores-Ramírez, S., 2007. Genetic drift vs. natural selection in a long-term small isolated population: major histocompatibility complex class II variation in the Gulf of California endemic porpoise (*Phocoena sinus*). Mol. Ecol. 16, 4051–4065.
Munguía-Vega, A., Jackson, A., Marinone, S.G., Erisman, B., Moreno-Báez, M., Giron, A., Pfister, T., Aburto-Oropeza, O., Torre, J., 2014. Asymmetric connectivity of spawning aggregation of a commercially important marine fish using a multidisciplinary approach. PeerJ 2, e511.
Musick, J.A., Harbin, M.M., Berkeley, S.A., Burgess, G.H., Eklund, A.M., Findley, L., Gilmore, R.G., Golden, J.T., Ha, D.S., Huntsman, G.R., McGovern, J.C., Parker, S.J., Poss, S.G., Sala, E., Schmidt, T.W., Sedberry, G.R., Weeks, H., Wright, S.G., 2000. Marine, estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). Fisheries 25, 6–30.
Nagler, P.L., Glenn, E.P., Hinojosa-Huerta, O., Zamora, F., Howard, K., 2007. Riparian vegetation dynamics and evapotranspiration in the riparian corridor in the delta of the Colorado River, Mexico. J. Environ. Manag. 88, 864–874.
NASA, 2015. NASA/USGS satellite sees green-up along Colorado River's delta after experimental flow. NASA Online Report by K. Ramsayer, Updated June 9, 2015, by R. Garner (www.nasa.gov/content/goddard).
Nations, J.D., Gauna, D., 1998. Stratigraphic, Sedimentological, and Paleobotanical Investigations of Terrace Gravels, U.S. Army Yuma Proving Ground. U.S. Department of Defense, Legacy Resource Management Program.
Nelson, S., 2007. In search of El Burro, the tidal bore of the Rio Colorado Delta. In: Felger, R.S., Broyles, B. (Eds.), Dry Borders: Great Natural Reserves of the Sonoran Desert. University of Utah Press, Salt Lake City 5199–529.
Nelson, S.M., Fielding, E., Zamora-Arroyo, F., Flessa, K., 2013a. Delta dynamics: effects of tides, river flows and a major earthquake on Ciénega de Santa Clara and the Colorado River delta, Mexico. Ecol. Eng. 59, 144–156.
Nelson, S.M., Zamora-Arroyo, F., Ramírez-Hernández, J., Santiago, E., 2013b. Geomorphology of a recurring tidal sandbar in the estuary of the Colorado, Mexico: implications for restoration. Ecol. Eng. 59, 121–133.
Nieto-García, E., 1998. Nutrientes en el norte del golfo de California durante condiciones estuarinas y antiestuarinas. (Tesis de Maestría). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California (73 pp.).
NOAA, Southwest Fisheries Science Center, 2016. Vaquita fact sheet. https://swfsc.noaa.gov/textblock.aspx?Division=PRD&ParentMenuId=229&id=13812 (accessed October 2016).
Norris, K.S., McFarland, W.N., 1958. A new harbor porpoise of the genus *Phocoena* from the Gulf of California. J. Mammal. 39, 22–39.
Norris, K.S., Prescott, J.H., 1961. Observations on Pacific cetaceans of California and Mexican waters. Univ. Calif. Publ. Zool. 63, 291–402.
Ortega-Ortiz, J.G., Villa-Ramirez, B., Gersenowies, J.R., 2000. Polidactyly and other features of the manus of the vaquita *Phocoena sinus*. Mar. Mamm. Sci. 16, 277–286.
Olmsted, F.H., Loeltz, O.J., Irelan, B., 1973. Geohydrology of the Yuma area, Arizona and California. Geological Survey Professional Paper 486-H. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
Orozco-Durán, A., Daesslé, L.W., Camacho-Ibar, V.F., Ortíz-Campos, E., Barth, J.A.C., 2015. Turnover and release of P-, N-, Si-nutrients in the Mexicali Valley (Mexico): interactions between the lower Colorado River and adjacent ground- and surface water systems. Sci. Total Environ. 512-513, 185–193.
Pacheco, M., Martín-Barajas, A., Elders, W., Espinosa-Cardeña, J.M., Helenes, J., Segura, A., 2006. Stratigraphy and structure of the Altar Basin of NW Sonora: implications for the history of the Colorado River Delta and the Salton Trough. Rev. Mex. Cienc. Geol. 23, 1–22.
Paden, C.A., Abbott, M.R., Winant, C.D., 1991. Tidal and atmospheric forcing of the upper ocean in the Gulf of California. 1. Sea surface temperature variability. J. Geophys. Res. Oceans 96 (C10), 18,337–18,359.
Páez-Osuna, F., Sanchez-Cabeza, J.A., Ruiz-Fernández, A.C., Alonso-Rodríguez, A.C.R., Piñon-Gimate, A., Cardoso-Mohedano, J.G., Flores-Verdugo, F.J., Carballo, J.L., Cisneros-Mata, M.A., Álvarez-Borrego, S., 2016. Environmental status of the Gulf of California: a review of responses to climate change and climate variability. Earth Sci. Rev. 162, 253–268.
Palacios-Hernández, E., Beier, E., Lavín, M.F., Ripa, P., 2002. The effect of the seasonal variation of stratification on the circulation of the northern Gulf of California. J. Phys. Oceanogr. 32, 705–728.
Paredes, G.A., Erisman, B., Mascareñas Osorio, I., Cota Nieto, J., Gherard, K., Aburto Oropeza, O., 2010. La curvina golfina: Biología, pesquería, y su gente. 91. CONABIO, Biodiversitas, pp. 1–5.
Payne, J.M., Reid, F.A., González, E.C., 1992. Feasibility study for the possible enhancement of the Colorado Delta wetlands, Baja California Norte, Mexico. Ducks Unlimited/Ducks Unlimited Mexico, Rancho Cordova, California.
Pedrín-Osuna, O., Córdova-Murieta, J.H., Delgado-Marchena, M., 2001. Crecimiento y mortalidad de la totoaba, *Totoaba macdonadi*, del alto Golfo de California. Cienc. Pesq. (INP, SAGARPA) 14, 131–138.
Pérez-Arvizu, E.M., Aragón-Noriega, E.A., Espinosa-Carreón, T.L., 2009. Response of the shrimp population in the Upper Gulf of California to fluctuations in discharges of the Colorado River. Crustaceana 82, 615–625.
Pérez-Arvizu, E.M., Aragón-Noriega, E.A., Espinosa-Carreón, T.L., 2013. Variabilidad estacional de la clorofila *a* y su respuesta a condiciones El Niño y La Niña en el norte del Golfo de California. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 48, 131–141.
Pérez-Mellado, J., Findley, L.T., 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. In: Yañéz-Arancibia, A. (Ed.), Recursos Potentiales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 201–254.
Pitt, J., 2001. Can we restore the Colorado River Delta? J. Arid Environ. 49, 211–220.
Pitt, J., Luecke, D.F., Cohen, M., Glenn, E.P., Valdés-Casillas, C., 2000. Two nations, one river: managing ecosystem conservation in the Colorado River Delta. Nat. Resour. J. 40, 819–864.
Poirrier, M.A., Partridge, M.R., 1979. The barnacle, *Balanus subalbidus*, as a salinity bioindicator in the oligohaline estuarine zone. 2. Coastal and Estuarine Research Federation, pp. 204–206.
Pontius, D., 1997. Colorado River Basin study. Final Report to the Western Water Policy Review Advisory Commission (132 pp.).
Ramírez-León, M.R., Álvarez-Borrego, S., Turrent-Thompson, C., Gaxiola-Castro, G., Heckel-Dziendzielewski, G., 2015. Nutrient input from the Colorado River water to the northern Gulf of California is not required to maintain its pelagic ecosystem productivity. Cienc. Mar. 41, 169–188.
Ramírez-Rojo, R.A., Aragón-Noriega, E.A., 2006. Postlarval ecology of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) and brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Colorado River Estuary. Cienc. Mar. 32 (IA), 45–52.
Reynolds, W.W., Thomson, D.A., 1974. Temperature and salinity tolerances of young Gulf of California grunion, *Leuresthes sardina* (Atheriniformes: Atherinidae). J. Mar. Res. 32, 37–45.
Reynolds, W.W., Thomson, D.A., Casterlin, M.E., 1976. Temperature and salinity tolerances of larval Californian grunion, *Leuresthes tenuis* (Ayres): a comparison with Gulf grunion, *L. sardina* (Jenkins & Evermann). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 24, 73–82.
Ripa, P., 1997. Toward a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. J. Phys. Oceanogr. 27, 597–614.
Roden, G.I., 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pac. Sci. 12, 21–45.
Roden, G.I., 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. In: Van Andel, T.H., Shor Jr., G.G. (Eds.), Marine Geology of the Gulf of California: A Symposium. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 3. Tulsa, Oklahoma, pp. 30–58.
Rodríguez, C.A., Flessa, K.W., Dettman, D.L., 2001a. Effects of upstream diversion of Colorado River water on the estuarine bivalve mollusk *Mulinia coloradoensis*. Conserv. Biol. 15, 249–258.
Rodríguez, C.A., Flessa, K.W., Téllez-Duarte, M.A., Dettman, D.L., Ávila-Serrano, G.E., 2001b. Macrofaunal and isotopic estimates of the former extent of the Colorado River estuary, upper Gulf of California, Mexico. J. Arid Environ. 49, 183–193.
Rodríguez-Quiroz, G., Aragón-Noriega, E.A., Cisneros-Mata, M.A., Ortega Rubio, A., 2012. Fisheries and biodiversity in the upper Gulf of California, Mexico. In: Marcelli, M. (Ed.), Oceanography. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 281–296.
Rodríguez-Ibañez, C., Álvarez-Borrego, S., Marinone, S.G., Lara-Lara, J.R., 2013. The Gulf of California is a source of CO_2 to the atmosphere. Cienc. Mar. 39, 137–150.
Rodríguez-Quiroz, G., Aragón-Noriega, E.A., Ortega-Rubio, A., 2009. Artisanal shrimp fishing in the biosphere reserve of the Upper Gulf of California. Crustaceana 82 (12), 1481–1493.
Rodríguez-Quiroz, G., Aragón-Noriega, E.A., Valenzuela-Quiñonez, W., Esparza-Leal, H.M., 2010. Artisanal fisheries in the conservation zones of the upper Gulf of California. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 45, 89–98.
Rojas-Bracho, L., Reeves, R.R., 2013. Vaquitas and gillnets: Mexico's ultimate cetacean conservation challenge. Endanger. Species Res. 21, 77–87.
Rojas-Bracho, L., Reeves, R.R., Jaramillo-Legorreta, A., 2006. Conservation of the vaquita, *Phocoena sinus*. Mammal Rev. 36, 179–216.
Rojas-Bracho, L.R., Reeves, R., Jaramillo-Legorreta, A., Taylor, B.L., 2008. Phocoena sinus. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: eT17028A6735464 (Available at http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008RLTS.T17028A6735464.en. (Accessed 18 March 2016)).
Rojas-Bracho, L., Taylor, B.L., 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). Mar. Mamm. Sci. 15, 974–989.
Román-Rodríguez, M.J., 1990. Alimentación de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert) (Pisces: Sciaenidae) en la parte norte del Alto Golfo de California. Ecológica 1, 1–9.
Román-Rodríguez, M.J., 1998. Los sciaenidos en la reserva de la biósfera Alto Golfo de California. Pesca y Conservación. 2, pp. 7–8.
Román-Rodríguez, M.J., 2000. Estudio poblacional del chano norteño *Micropogonias megalops* y la curvina golfina *Cynoscion othonopterus* (Gilbert) (Pisces: Sciaenidae), especies endémicas del alto Golfo California, México. Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES). Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. L298. México, D.F.
Román-Rodríguez, M.J., Hammann, M.G., 1997. Age and growth of totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Sciaenidae), in the upper Gulf of California. U. S. Fish. Bull. 95, 620–628.
Romero-Sedano, J.C., Aragón-Noriega, E.A., Manzano-Sarabia, M.M., Salinas-Zavala, C.A., García-Juárez, A.R., 2004. Reproductive period of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) in the Agiabampo coastal lagoon system, Sonora/Sinaloa, Mexico. Cienc. Mar. 30, 465–475.
Rosales-Juárez, F., Ramírez-González, E., 1987. Estado actual sobre el conocimiento de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi* Gilbert 1890). Secretaria de Pesca, México, D.F.
Rosel, P.E., Haywood, M.G., Perrin, W.F., 1995. Phylogenetic relationships among the true porpoises (Cetacea: Phocoenidae). Mol. Phylogenet. Evol. 4, 463–474.

Rosel, P.E., Rojas-Bracho, L., 1999. Mitochondrial DNA variation in the critically endangered vaquita *Phocoena sinus* Norris and MacFarland, 1958. Mar. Mamm. Sci. 15, 990–1003.
Rowell, K., Flessa, K.W., Dettman, D.L., Román, M.J., 2005. The importance of Colorado River flow to nursery habitats of the Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62, 2874–2885.
Rowell, K., Flessa, K.W., Dettman, D.L., Román, M.J., Gerber, L.R., Findley, L.T., 2008b. Diverting the Colorado River leads to a dramatic life history shift in an endangered marine fish. Biol. Conserv. 114, 1138–1148.
Rowell, K., True, C., Flessa, K.W., Dettman, D.L., 2008a. Fish without water: validation and application of $\delta^{18}O$ in *Totoaba macdonaldi* otoliths. Cienc. Mar. 34, 55–68.
Ruelas-Peña, J.H., Valdez-Muñoz, C., Aragón-Noriega, E.A., 2013. La pesquería de la corvina golfina y las acciones de manejo en el Alto Golfo de California, México. Lat. Am. J. Aquat. Res. 41, 498–505.
Ruiz-Fernández, A.C., Sánchez-Cabeza, J.-A., Serrato-de la Peña, J.L., Pérez-Bernal, L.H., Cearreta, A., Flores-Verdugo, F., Machain-Castillo, M.L., Chamizo, E., García-Tenorio, R., Queralt, I., Dunbar, R., Mucciarnoe, D., Diaz-Asencio, M., 2016. Accretion rates in coastal wetlands of the southeastern Gulf of California and their relationship with sea-level rise. The Holocene 26, 1126–1137.
Sadovy, Y., Cheung, W.L., 2003. Near extinction of a highly fecund fish: the one that nearly got away. Fish Fish. 4, 86–99.
Sadovy, Y., Erisman, B., 2010. Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations, and the social and economic importance of aggregating fishes. In: Sadovy, Y.J., Colin, P.I. (Eds.), Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research, and Management. Springer, New York, pp. 225–284.
Sánchez-Velasco, L., Lavín, M.F., Jimenez-Rosenberg, S.P.A., Montes, J.M., Turk-Boyer, P.J., 2011. Larval fish habitats and hydrography in the biosphere reserve of the Upper Gulf of California. Cont. Shelf Res. 33, 89–99.
Santamaría-del-Ángel, E., Álvarez-Borrego, S., Millán-Nuñez, R., Müller-Karger, F.E., 1999. Sobre el efecto de las surgencias de verano en la biomasa fitoplanctónica del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 49, 207–212.
Santamaría-del-Ángel, E., Álvarez-Borrego, S., Müller-Karger, F.E., 1994a. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. J. Geophys. Res. 99 (C4), 7411–7421.
Santamaría-del-Ángel, E., Álvarez-Borrego, S., Müller-Karger, F.E., 1994b. The 1982–1984 El Niño in the Gulf of California as seen in coastal zone color scanner imagery. J. Geophys. Res. 99 (C4), 7423–7431.
Schöne, B.R., Flessa, K.W., Dettman, D.L., Goodwin, D.H., 2003. Upstream dams and downstream clams: growth rates of bivalve mollusks unveil impact of river management on estuarine ecosystems (Colorado River Delta, Mexico). Estuar. Coast. Shelf Sci. 58, 715–726.
Smith, J.A., Auerbach, D.A., Flessa, K.W., Flecker, A.S., Dietl, G.P., 2016. Fossil clam shells reveal unintended carbon cycling consequences of Colorado River management. R. Soc. open sci. 3, 160170.
Snyder-Conn, E., Brusca, R.C., 1975. Shrimp population dynamics and fishery impact in the northern Gulf of California. Cienc. Mar. 2, 54–67.
Soto-Mardones, L., Marinone, S.G., Parés-Sierra, A., 1999. Time and spatial variability of sea surface temperature in the Gulf of California. Cienc. Mar. 25, 1–30.
Souza, A.J., Álvarez, L.G., Dickey, T.D., 2004. Tidally induced turbulence and suspended sediment. Geophys. Res. Lett.:31 http://dx.doi.org/10.1029/2004GL021186.
Staines-Urías, F., Douglas, R.G., Gorsline, D.S., 2009. Oceanographic variability in the southern Gulf of California over the past 400 years: evidence from faunal and isotopic records from planktic foraminifera. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 284, 337–354.
Stearns, S.C., 1992. The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, Oxford .
Stevens, L.E., Schmidt, J.C., Ayers, T.J., Brown, B.T., 1995. Flow regulation, geomorphology, and Colorado River marsh development in the Grand Canyon, Arizona. Ecol. Appl. 5, 1025–1039.
Stock, G.G., 1976. Modeling of Tides and Tidal Dissipation in the Gulf of California. (PhD dissertation). Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, California (102 pp.).
Streets, T.H., 1878. The discolored waters of the Gulf of California. Am. Nat. 12, 85–90.
Stromberg, J.C., 2001. Restoration of riparian vegetation in the south-western United States: importance of flow regimes and fluvial dynamism. J. Arid Environ. 49, 17–34.
Stromberg, J., Chew, M.K., 2002. Flood pulses and restoration of riparian vegetation in the American Southwest. In: Middleton, B.A. (Ed.), Flood Pulsing in Wetlands. Restoring the Natural Hydrological Balance. Wiley, New York, pp. 11–49.
Sykes, G., 1914. Geographical features of the Cahuilla Basin. In: MacDougal, D.T. (Ed.), The Salton Sea. Carnegie Institute of Washington, Publ. No. 193, pp. 13–20.
Sykes, G., 1937. The Colorado Delta. Carnegie Institute of Washington (Publ. No. 460) and American Geographical Society of New York (Publ. No. 19).
Taylor, B.L., Rojas-Bracho, L., 1999. Examining the risk of inbreeding depression in a naturally rare cetacean, the vaquita (*Phocoena sinus*). Mar. Mamm. Sci. 15, 1004–1028.
Thomson, D.A., Lehner, C.E., 1976. Resilience of a rocky-intertidal fish community in a physically unstable environment. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 22, 1–29.
Thompson, R.W., 1968. Tidal flat sedimentation on the Colorado River delta, northwestern Gulf of California. Bull. Geol. Soc. Am. Mem. 107, 1–133.
Torre-Cosío, J., 1995. Descripcíon del esqueleto, dimorfismo sexual y crecimiento alométrico cráneal de la vaquita. *Phocoena sinus* (Cetacea: Phocoenidae), Master's thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey-Campus Guaymas, Sonora, Mexico.
Thunnell, R.C., 1998. Seasonal and annual variability in particle fluxes in the Gulf of California: a response to climate forcing. Deep-Sea Res. I 45, 2059–2083.
Thunnell, R.C., Pride, C.J., Tappa, E., Müller-Karger, F.E., 1994. Biogenic silica fluxes and accumulation rates in the Gulf of California. Geology 22, 303–306.
Turk-Boyer, P.J., Morzaria-Luna, H.N., Martínez-Tovar, I., Downton-Hoffmann, C., Munguía-Vega, A., 2014. Ecosystem-based fisheries management of a biological corridor along the northern Sonora coastline (NE Gulf of California). In: Amezcua, F., Bellgraph, B. (Eds.), Fisheries Management of Mexican and Central American Estuaries. Estuaries of the World. Springer Science, Dordrecht, Netherlands, pp. 125–154.
Ulate, K., Sánchez, C., Sánchez-Rodríguez, A., Alonso, D., Aburto-Oropeza, O., Huato-Soberanis, L., 2016. Latitudinal regionalization of epibenthic macroinvertebrate communities on rocky reefs in the Gulf of California. Mar. Biol. Res. http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2016.1143105.
University of California, 2016. U.C. Drought Management. http://ucmanagedrought.ucdavis.edu/Agriculture/Crop_Irrigation_Strategies/Alfalfa/ (Accessed 28 June 2016.).
U.S. Army Corps of Engineers, Los Angeles District, 1982. Colorado River Basin, Hoover Dam, review of food control regulation. Final Report. U. S. Government Printing Office, Washington, D. C.
U.S. Department of the Interior, 2013a. Historical Flows Below Hoover Dam. U. S. Bureau of Reclamation, Lower Colorado River Operations, Boulder City, Nevada (www.usbr.gov/lc/riverops.html).
U.S. Department of the Interior, 2013b. Drought in the Upper Colorado River Basin. U. S. Bureau of Reclamation, Lower Colorado River Operations, Boulder City, Nevada (www.usbr.gov/lc/riverops.html).
U.S. Hydrographic Office, 1887. The West Coast of Mexico and Central America, from the boundary line between the United States and Mexico to Panama, including the Gulf of California. U.S. Hydrographic Office Publication No. 84. Government Printing Office, Washington, D.C.
Valdés-Casillas, C., Hinojosa-Huerta, O., Muñoz-Viveros, M., Zamora-Arroyo, F., Carrillo-Guerrero, Y., Delgado-García, S., López-Camacho, M., Glenn, E., García-Hernández, J., Riley, J., Baumgartner, D., Briggs, M., Lee, C.T., Chavarría-Correa, E., Congdon, C., Luecke, D., 1998. Informational database and local outreach program for the restoration of the Hardy River Wetlands, Lower Colorado River Delta, Baja California and Sonora, Mexico. CECARENA, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)- Campus Guaymas, Guaymas, Sonora, México.
Valdéz-Muñoz, C., Aragón-Noriega, E.A., Ortega-Rubio, A., Salinas-Závala, C.A., Arreola-Lizárraga, J.A., Hernández-Vázquez, S., Beltrán-Morales, L.F., 2010. Distribución y abundancia de juveniles de totoaba, *Totoaba macdonaldi*, y la salinidad del hábitat de crianza. Interciencia 35, 136–139.
Valenzuela-Quiñónez, F., Arreguín-Sánchez, F., Salas-Márquez, S., García-de León, F.J., Garza, J.C., Román-Rodríguez, M.J., De Anda-Montañez, J.A., 2015. Critically endangered totoaba *Totoaba macdonaldi*: signs of recovery and potential threats after a population collapse. Endanger. Species Res. 29, 1–11.
Valenzuela-Quiñonez, F., De-Anda-Montañez, J.A., Gilbert-Horvath, E., Garza, J.C., García-de León, F.J., 2016. Panmixia in a critically endangered fish: the totoaba (*Totoaba macdonaldi*) in the Gulf of California. J. Hered. Adv. Access http://dx.doi.org/10.1093/jhered/esw046.
Valenzuela-Quiñonez, F., García-de León, F., De-Anda-Montañez, J., Balart, E.F., 2011. La totoaba del Golfo de California—una especie en peligro de extinción? Interciencia 36, 664–671.
Valenzuela-Quiñonez, F., Garza, J.C., De-Anda-Montañez, J.A., García-de León, F.J., 2014. Inferring past demographic changes in a critically endangered marine fish after fishery collapse. ICES J. Mar. Sci. 71, 1619–1628.
Valenzuela-Quiñónez, W.V., Aragón-Noriega, E.A., Arréola-Lizárraga, J.A., Salinas-Zavala, C.A., Lluch-Cota, S.E., Hernández-Váquez, S., 2006. Habitat use for growth and recruitment of the Pacific yellowleg shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Decapoda, Penaeidae) on the continental shelf and adjacent Laguna Agiabampo, Mexico. Crustaceana 79, 933–948.
van Andel, T.H., Shor Jr., G.G. (Eds.), 1964. Marine Geology of the Gulf of California. Memoir 3. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma .
Van Syoc, R.J., 1992. Living and fossil populations of a western Atlantic barnacle, *Balanus subalbidus* Henry, 1974, in the Gulf of California region. San Diego Soc. Nat. Hist. 12, 9–27.
Vidal, O., la Vaquita, S.a., 2016. La Última Oportunidad. Información en Movimiento, World Wildlife Fund-Mexico, México D.F.
Vidal, O., Brownell Jr., R.L., Findley, L.T., 1999. Vaquita *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958. In: Ridgway, S.H., Harrison, R. (Eds.), Handbook of Marine Mammals: Volume 6, the Second Book of Dolphins and Porpoises. Academic Press, San Diego, California, pp. 357–378 (Chapter 13).
Villa-Ramírez, B., 1993. Recovery plan for the vaquita, *Phocoena sinus*. NTIS Report PB93-169415. Report to the U.S. Marine Mammal Commission, Washington D.C. (36 pp.)
Villa-Ramírez, B., 1976. Report on the status of *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958, in the Gulf of California. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mex. Ser. Zool. 47, 203–208.
Vizziano, D., Forni, F., Saona, G., Norbis, W., 2002. Reproduction of *Micropogonias funieri* in a shallow temperate coastal lagoon in the southern Atlantic. J. Fish Biol. 61 (sA), 196–206.
Warren, C.N., 1979. Wilke: late prehistoric human ecology at Lake Cahuilla, Coachella Valley, California. A review. J. Calif. Gt. Basin Anthropol. 1, 200–203.
Waters, M.R., 1983. Late Holocene lacustrine chronology and archaeology of ancient Lake Cahuilla, California. Quat. Res. 19, 373–387.
Wheeler, K.G., Pitt, J., Magee, T.M., Luecke, D.F., 2007. Alternative for restoring the Colorado River Delta. Nat. Resour. J. 47, 917–967.
Wilke, P.J., 1978. Late prehistory of human ecology at Lake Cahuilla, Coachella Valley, California. Contributions of the University of California Archaeological Research Facility 38. University of California, Riverside, California (168 pp.).

Witze, A., 2014. Water returns to arid Colorado River Delta: US-Mexico agreement paves the way for a rare environmental test. Nature 507, 286–287.
Zamora, F., Flessa, K.W., 2009. Nature's fair share. Finding and allocating water for the Colorado River Delta. In: López-Hoffman, L., McGovern, E.D., Varady, R.G., Flessa, K.W. (Eds.), Conservation of Shared Environments. Learning From the United States and Mexico. University of Arizona Press, Tucson, pp. 23–38 (Chapter 2).
Zamora, F., Nagler, P.L., Griggs, M., Radtke, D., Rodríguez, H., García, J., Valdés, C., Huete, A., Glenn, E.P., 2001. Regeneration of native trees in response to flood releases from the United States into the delta of the Colorado River, Mexico. J. Arid Environ. 49, 49–64.
Zamora, H.A., Nelson, S.M., Flessa, K.W., Nomura, R., 2013. Post-dam sediment dynamics and processes in the Colorado River estuary: implications for habitat restoring. Ecol. Eng. 59:134–143. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.11.012.
Zeilinski, S. 2014. The Colorado River Delta turned green after a historic water pulse. Smithsonian Magazine (18 December 2014).
Zeitzschel, B., 1969. Primary productivity in the Gulf of California. Mar. Biol. 3, 201–207.

MANAGEMENT PROGRAM, ISLANDS AND PROTECTED AREAS OF THE GULF OF CALIFORNIA WORLD HERITAGE PROPERTY

Following is the table with the NPA with their assigned ID number as World Heritage Property, the date of their decree as NPA, and whether they count with a Management Program:

ID No	Name of the area (Component of the Property)	Year of decree	Year of publication Management Program
1182-001	Islands of the Gulf of California Flora and Fauna Protected Area	1978	2001 revised in 2016
1182-002	Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve (marine portion)	1993	2009 revised in 2014
1182-003	Isla San Pedro Mártir Biosphere Reserve	2002	2011 revised in 2016
1182-004	El Vizcaíno Biosphere Reserve (marine and coastal belt in the Gulf of California)	1988	2000 revised in 2010
1182-005	Bahía de Loreto National Park	1996	2003 revised in 2008 and 2010
1182-006	Cabo Pulmo National Park	1995	2009 revised in 2014
1182-007	Cabo San Lucas Flora and Fauna Protected Area	1973	In preparation
1182-008	Islas Marías Biosphere Reserve	2000	2011 revised in 2016
1182-009	Isla Isabel National Park	1980	2006, revised in 2011 and 2017
1182bis-10	Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo National Park	2005	2015
1182bis-11	Islas Marietas National Park	2005	2011 revised in 2016
1182ter-12	Balandra Zone of Ecological Conservation and Community Interest (Municipal)*	2008	2015

* Currently as Federal NPA decreeded in 2012 as Balandra Flora and Fauna Protected Area

NPA categories: PN National Park, RB Biosphere Reserve, APFF Flora and Fauna Protected Area.

Report of the Fourth Meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita (CIRVA)



Hotel Coral y Marina, Ensenada, Baja California, México

February 20–23, 2012

Report of the Fourth Meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita (CIRVA), Ensenada, Baja California, México, 20–23 February 2012

Executive Summary

The Government of México has convened a committee of international experts to advise it on methods to save the endangered Mexican porpoise, the vaquita, from extinction. The International Committee for the Recovery of the Vaquita (Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita or CIRVA) met previously in 1997, 1999, and 2004. CIRVA met again in February 2012 and reviewed the progress that had been made in protecting vaquitas since the last meeting. CIRVA's recommendations are reported here.

Between 1997 and 2004, not only was no progress made towards protecting vaquitas, but the population decline accelerated. As fishing effort increased greatly, over half of the species population was lost in 11 years, with only about 220 porpoises remaining in 2008. CIRVA recognizes the enormous efforts that have been made by the Government of México in protecting vaquitas since 2008. México established a Vaquita Refuge in the core of the vaquita's distribution and initiated a scheme of monetary compensation ("rent-out", "buy-out," and "switch-out") to eliminate gillnetting and industrial trawling within this Refuge. That scheme reduced, but did not eliminate, un-permitted fishing. The Government of Mexico, with significant support and funding from US government agencies and other groups, conducted a new survey of vaquita abundance, established an acoustics program to monitor population trends, and developed an alternative, "vaquita-safe" method for catching shrimp. Never before has so much serious effort and funding been invested in vaquita conservation. Without these efforts, vaquitas might already have reached a state where recovery would not be possible. The time purchased for this critically endangered species by implementing the first steps of the vaquita recovery plan has set the stage for Mexico to save the vaquita. Such an accomplishment would serve as an example to the world of how a species can be saved while allowing local people to continue making a living from artisanal fisheries.

However, information presented at this meeting showed that the vaquita population is still declining and now likely consists of fewer than 200 individuals. The Vaquita Refuge protects only about half of the population and illegal gillnet fishing is still common inside the Refuge. Also, gillnets are still commonly used to catch shrimp and finfish outside the Refuge. Total fishing effort per boat actually appears to have increased since the late 1990s due to the practices of remaining permit holders who use more nets and longer nets.

Small, light-weight trawls (Red Selectiva-INP) were built and tested in the northern Gulf of California. These nets were found to catch commercial quantities of brown shrimp at night and blue shrimp during the day. Thus a "vaquita-safe" alternative to gillnets is available for catching

shrimp with artisanal fishing vessels (pangas). Additional alternative designs for less expensive small trawls have been built (Scorpion and Box trawls) and are also ready for use in the fishery. Although such light trawls are not commonly used yet, CIRVA sees tremendous potential in replacing gillnets with them. Research aimed at finding vaquita-safe methods for catching finfish continues.

Based on information presented at this meeting, CIRVA has made a number of recommendations for actions to prevent the extinction of the vaquita, the most important being:

- All gillnets and other entangling nets need to be removed from the entire range of the vaquita.
- Artisanal shrimp fishing vessels should be converted from using gillnets to using small trawls immediately.
- Additional research is needed immediately to develop vaquita-safe methods to fish for finfish with artisanal vessels. The conversion of the entire fishing fleet to vaquita-safe methods needs to be accomplished as soon as possible (certainly within the next few years).
- Spatial management measures are needed that provide access incentives for shrimp fishermen who use small trawls rather than gillnets.
- A legal limit on the length of gillnets and the number of nets per vessel needs to be enforced immediately for fisheries with such limits, like the shrimp fishery.
- A legal limit on the length of gillnets and the number of nets per vessel needs to be established and enforced for all other fisheries (besides the shrimp fishery).
- More effective enforcement of no-fishing regulations within the Vaquita Refuge is needed.
- The boundaries of the Vaquita Refuge should be changed to reflect the configuration shown in Figure 3 of this report.
- INE's acoustic monitoring scheme should continue for at least the first planned 5-year period. This scheme offers the only means of tracking vaquita population trends so that recovery strategies can be adapted accordingly.

México has made great progress in its efforts to protect vaquitas, but much more work needs to be done; there are no grounds for hesitancy or complacency. CIRVA believes that if the continuing decline in vaquita abundance is not halted within the next five years (by 2017), the species may be too depleted to ever recover. México will have lost an iconic species, and the enormous investments made to date in saving the species will have been in vain.

Introduction

The fourth meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita (CIRVA) took place in Hotel Coral & Marina, Ensenada, Baja California, México, on 20-23 February 2012. On this occasion, the committee consisted of Lorenzo Rojas-Bracho (chairman), Oscar Ramírez, Armando Jaramillo-Legorreta, Victor Camacho, Barbara Taylor, Jay Barlow, Arne Bjørge, Peter Thomas, and Randall Reeves. Four international members of the committee – Robert Brownell, Andrew Read, Tim Ragen, and Greg Donovan – were unable to attend. Rojas-Bracho chaired the meeting. Reeves and Thomas served as the rapporteurs, assisted by Taylor and Barlow. The committee's work was supported by a number of invited experts who provided presentations and contributed to plenary discussions. All meeting participants are listed in Annex 1. The agenda is given as Annex 2.

Luis Fueyo, Commissioner of the National Commission for Protected Natural Areas (CONANP), opened the meeting and gave a brief summary of the Vaquita Recovery Plan (PACE-Vaquita) and conservation actions taken to date by the Mexican Government. He concluded that significant progress had been made and that there is reason to hope that an important further step will be taken in 2012. With the progress made on gear development and testing, the opportunity is at hand for eliminating shrimp gillnets from the vaquita's range and replacing them with alternatives that pose little or no risk of vaquita by-catch.

Thomas spoke on behalf of the Marine Mammal Commission and pointed to its long history of support for Mexico's efforts to conserve vaquitas. He highlighted significant developments since the last CIRVA meeting in 2004 and emphasized the importance of developing alternatives to gillnets, which continue to be seen as the main threat to the vaquita's survival and recovery.

Omar Vidal, Director General of WWF-Mexico, acknowledged the leadership shown by the Government of Mexico in efforts to save the vaquita. Over the last three years, WWF has provided support for the development of fishing technology as well as other activities related to vaquita conservation. He encouraged CIRVA to communicate directly with President Felipe Calderón to acknowledge the progress made in addressing threats to vaquitas and to convey the importance of taking stronger and immediate actions to eliminate gillnets from the species' range.

Finally, Francisco Barnés, President of the National Institute of Ecology (INE), welcomed participants to Ensenada. He summarized research on vaquitas carried out collaboratively by INE, the Southwest Fisheries Science Center, and other groups, and noted the importance of this work for establishing a credible scientific foundation for vaquita conservation efforts. Barnés emphasized the relevance of the results of the CIRVA meeting. His expectation is that they will improve the strategies set forth in PACE-Vaquita and thus help to reverse the population decline (due to unsustainable by-catch) in the shortest time possible.

This report of CIRVA-IV includes brief summaries of the presentations within the main text, supplemented by more detailed summaries prepared by the presenters themselves (Appendix 1). The main text also summarizes the points raised in discussions and contains CIRVA recommendations, highlighted in boldface text and summarized in Appendix 2. A table to track progress on previous recommendations was updated from the CIRVA-III report (Table 2).

Review of the Vaquita Conservation Action Plan (PACE-Vaquita)

The Federal Government of Mexico began implementation of the Species Conservation Action Plan for Vaquita: An Integrated Strategy of Management and Sustainable Use of Marine and Coastal Resources in the Upper Gulf of California (PACE-Vaquita) in 2008 through the Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, Ministry of Environment and Natural Resources). The goal of this program is to ensure the conservation and recovery of the vaquita by promoting the sustainable use and management of marine and coastal resources in the Upper Gulf of California. The conservation strategy is to execute a number of sub-programs, one of the most important being to prevent further by-catch of vaquitas by eliminating the use of trammel nets and gillnets throughout the species' range (http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/PACEvaquita.pdf). Ramírez summarised progress, stressing the value of involvement by many different stakeholders in addition to Federal government agencies, e.g. fishermen and the fishing sector, local and State governments, and NGOs. For details see Appendix 1.

During discussion following Ramírez's presentation, it was explained that the proposed new regulations on fisheries within protected areas are intended as a way of aligning policies of the Fisheries ministry with those of the Environment ministry. That is, the intention is not to prohibit fishing but rather to specify the kinds of fishing that are allowed within such areas. CIRVA stressed the importance of achieving clarity on how 'highly selective gear' is defined. For example, a gillnet for curvina may be 'highly selective' but still pose a risk to vaquitas.

CIRVA **recommends** that INAPESCA explicitly define 'highly selective gear' (*alta selectividad multiespecífica*, Plan de Manejo de la RBAGDRC; literally 'gear with high multi-specific selectivity') in consultation with CONANP. The definition should include the idea that such gear would have very little (preferably zero) risk of catching vaquitas (i.e. it is 'vaquita-safe'). The goal must be to achieve < 1 total by-catch of vaquitas per year in all fisheries combined.

CIRVA also **recommends** that the small or light trawl nets (RS-INP-MEX prototype trawl and similar) recently developed by INAPESCA for use in the shrimp fishery be specified as falling within the definition of 'highly selective gear' (see later in this report for details on the small trawl nets).

Concern was expressed regarding the suggestion by Ramírez that other fishery resources are being investigated as options to help shift effort away from gillnetting. This concern arose for two reasons. First, several decades ago the totoaba fishery was closed because of overfishing and

stock depletion. Ramírez gave assurance that any resumption of a totoaba fishery would be preceded by rigorous stock assessment and fishing would be carefully managed. One possibility is that only sport fishing would be allowed, with permits made available only through an auctioning process similar to that used to issue licenses for sport hunting of bighorn sheep. Catch-and-release would be another possibility. The second reason for concern was that experimental fishing for totoaba in the 1980s had resulted in significant by-catch of vaquitas. Ramírez and others assured participants that totoaba stock assessment would be based only on by-catch in other fisheries and that experimental totoaba fishing has been, and would continue to be, limited to pole and line, i.e. there is no plan for a resumption of large-mesh gillnetting for totoaba even on an experimental basis. Ramírez re-emphasised his view that use of the Upper Gulf's marine resources in general is not nearly as efficient as it could be and that considerable scope remains for improvement in the use and management of a variety of species, including curvina.

Juan Manuel García drew the meeting's attention to rapid changes in export markets for seafood products from the Upper Gulf, noting in particular the growing Chinese market for chano and Spanish mackerel. Consequent increases in the market value of these finfish species are affecting the relative profitability of shrimp, and therefore they could also affect the mix of fishing effort. It was noted that the buy-out is of pangas, not permits, and that a single panga could be used under two and sometimes three different permits – for shrimp, finfish, and elasmobranchs. It is anticipated that a separate permit may be required for curvina by 2013 under a quota system. Approximately 750-800 pangas are still fishing in the Upper Gulf and a trend towards more finfish fishing is worrisome given that the risk of vaquita by-catch may be higher from finfish driftnets than from shrimp gillnets.

Ramírez stressed the importance of having reliable, up-to-date market studies and noted that one such study, sponsored by US-AID, was available and could be used to explore the possibilities of alternative markets for fishery products.

A recently published analysis of PACE-Vaquita concluded that the buy-out program had eliminated from the Upper Gulf fishing fleet individuals who either were close to retirement age or already had the skills for switching to a different livelihood (Avila-Forcada et al. 2012). In other words, the 'low hanging fruit' has been picked, and it will be difficult to get appreciably more fishermen to accept the terms of a buy-out voluntarily. Therefore, without a 'regulatory hammer', i.e. mandatory elimination of gillnets by a certain date, it will likely be impossible to reach the goal of eliminating gillnets and other entangling nets from the vaquita's habitat. There is no indication that fishermen who participated in the buy-out are interested in re-entering the fishery (Avila-Forcada et al. 2012). Rodriguez pointed out that most of the senior fishermen are 30-45 years old and that fishermen generally begin to enter the fishery at around 17-20 years of age. He added that about a third of the fishermen are likely to continue fishing (illegally) even if they are given money not to.

Concerns about enforcement were expressed often during the meeting, and these need to be addressed. Aerial survey data presented to the meeting by García, which supplement data presented in the recent paper by Gerrodette and Rojas-Bracho (2011), demonstrate that fishing continues to occur illegally inside the Vaquita Refuge. Other independent data corroborate this. For example, up to 67 panga-like boats were detected inside the Refuge on a satellite image analyzed by INE, and equipment used in INE's acoustic monitoring effort in the Refuge (see later) has been lost, at least some of it as a result of becoming snagged by (illegal) fishing operations (16 C-pod detectors and 17 anchors have been lost since the monitoring program began).

Unfortunately, CIRVA was not allowed to present the data in García's report, nor have the most recent (and the most relevant) aerial survey data been made available for analyses of the spatial distribution of fishing effort. Such data need to be made publicly available, at least in summary form. Independent spatial/temporal data on fishing effort are vital for assessing the vaquita's conservation status and for improving design of the monitoring program.

CIRVA believes that enforcement is key to vaquita conservation and therefore enforcement efforts and results need to be transparent and available for public accountability. Although the Mexican regulatory framework has specific controls that apply to fishing activities and these would be expected to help mitigate the impacts of fisheries on the vaquita population, there is evidence that violations to fishing and environmental regulations occur often with little risk of penalty. During the meeting, several presentations showed that fishermen are using non-compliant gears and fishing in the Biosphere Reserve's core zone and in the Vaquita Refuge, both of which are no-take zones. Representatives of PROFEPA were invited to the meeting but did not attend. It appears from the evidence presented that considerable improvement of enforcement programs is needed.

Therefore, CIRVA **recommends** that enforcement agencies introduce better inspection protocols, intensify verification effort, and make public the results of their operations. Protocols should focus on both inspecting the use of authorized fishing gear and monitoring fishing operations in the no-take zones. Because enforcement on the water is expensive, it would make good sense to implement enforcement primarily at launching sites, with GPS tracking devices used to monitor where the fishing vessels go. This would require that such devices be mandatory for pangas fishing in the primary distribution area of vaquitas, at least until gears that pose risks to vaquitas are banned entirely from that area.

In a similar vein, information on fishing effort **should be made publicly available**. At a minimum, numbers of boats fishing and the locations and times of fishing should be documented and presented in a transparent manner (see discussion on Environmental Impact Assessment, below).

CIRVA applauded the efforts to date by the Mexican government to reduce gillnet fishing effort in the range of vaquitas via the buy-out, switch-out, and rent-out programs. It concludes that conservation compensation **should continue** (and in fact be strengthened) as one tool to protect vaquitas. Such compensation, however, **should be tied** to demonstrating ongoing compliance with conservation measures in a credible, verifiable manner (e.g. through the use of GIS data loggers; see later).

Alternative Fishing Gear

Jeff Gearhart reported on gear trials conducted to measure and compare the performance of small trawl nets as alternatives to gillnets for catching blue shrimp in the Upper Gulf of California (Appendix 1). These trials were led by INAPESCA in cooperation with the Southeast Fisheries Science Center of the U.S. National Marine Fisheries Service. Previous trials had been hampered by competition for space with gillnets. Three nets (the RS-INP-MX, or "Red Selectiva" developed by INAPESCA, and the Scorpion trawl and Box trawl developed by the Southeast Fisheries Science Center) were evaluated and tuned during initial trials in 2011 in the Gulf of Mexico. In August 2011 they were tested in the Upper Gulf of California. The number of trials was limited by several factors, but the nets, once tuned for the unique conditions of the Gulf, caught blue shrimp in comparable quantities to what was caught in gillnets with similar effort.

Gearhart discussed technical aspects of shrimp trawl design and the trade-offs between different nets and materials. The Red Selectiva is made of a very durable, light, and expensive Spectra material and costs about US$5,000 per net. The scorpion and box trawls are made of less durable, less expensive material that costs only about $1,000.

In addition to net designs and materials, there are other trade-offs that increase the cost-effectiveness of gear conversion. For example, the pangas currently used in the Upper Gulf of California are powered by outboard motors. According to Gearhart these outboards are not as efficient or practical as diesel engines for towing trawl nets. Small diesel engines use less fuel, are more durable (last longer), and provide sufficient power for trawling. NMFS technicians recommended that the feasibility of conversion to diesel be explored as part of the cost-benefit analysis of replacing gillnets with trawls. CIRVA members raised a number of questions about how vessels could be converted, the cost of conversion, speed of the retro-fitted vessels, and their ability to land at ports in the Upper Gulf.

CIRVA **recommends** that a rigorous cost: benefit analysis be carried out to evaluate the merits as well as the feasibility of converting pangas from gas to diesel engines.

Daniel Aguilar of INAPESCA described work over the last five years to develop and test a variety of fishing gears to replace gillnets. Testing alternative gear is hampered, first and foremost, by the intense presence of gillnets in the Upper Gulf during the shrimp fishing season (Fig. 1). While the number of vessels may have been reduced through buy-outs and swap-outs

and there is a legal limit on gillnet length of 200 m, Aguilar reported that fishermen are setting nets up to 2500 m long and, instead of setting the one net allowed, are setting two nets, or sometimes three, at a time. Thus the actual amount of gillnetting in the water in the Upper Gulf may well have increased rather than decreased during the past decade.

Aguilar described the ongoing development of several pot, hook, and fish aggregation devices in collaboration with SEMARNAT, CONANP, NMFS, WWF, and the Swedish government and then presented further details on the testing of the prototype trawl nets, including the Red Selectiva. He described several of the design aspects of this net including Turtle Excluder Devices (that may allow vaquitas to escape in the rare instances that they are entrapped) and by-catch reduction devices designed to allow finfish to escape. This net uses extremely durable Spectra webbing panels. Aquilar explained that this is so the fishermen adopting these nets won't complain about the nets getting ripped or broken.

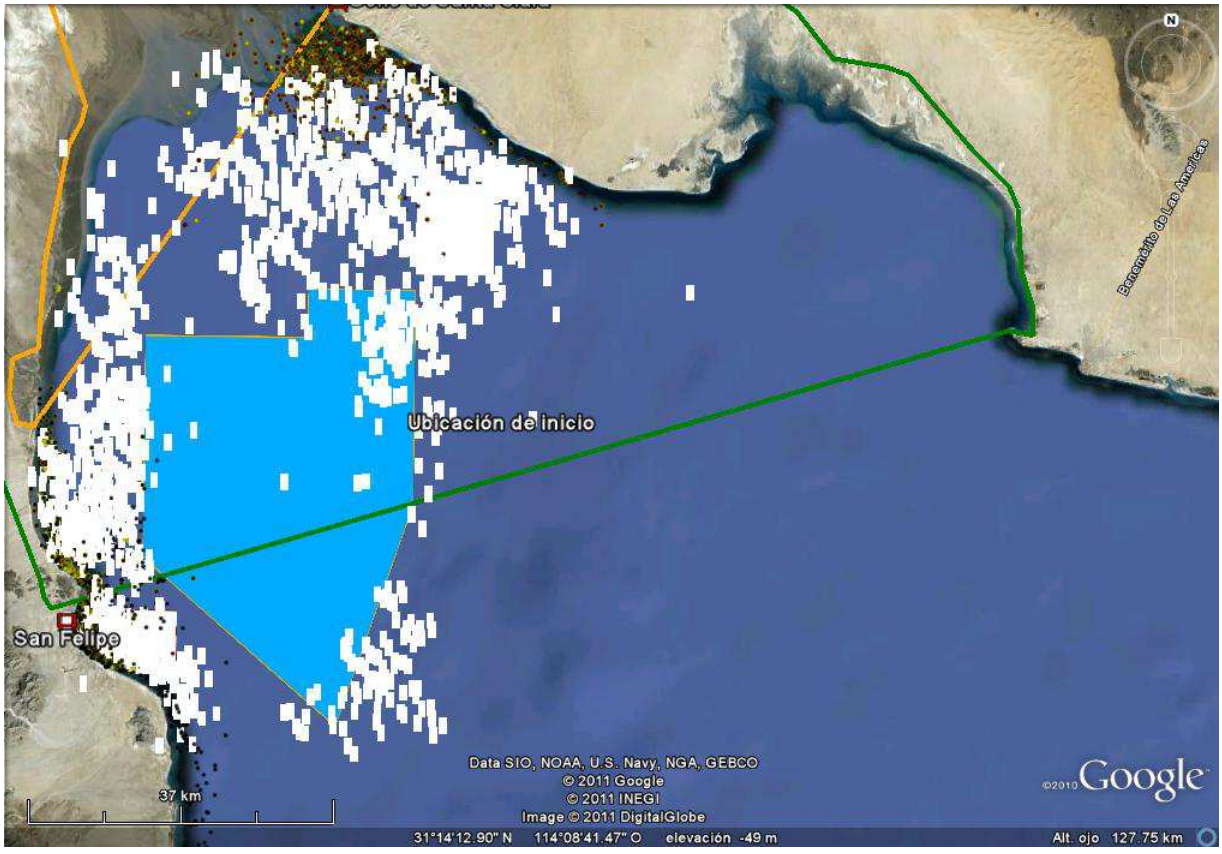


Fig. 1. One-day composite of maximum fishing effort around the edges of the Vaquita Refuge in the 2008-09 shrimp season, based on observer data, courtesy of Daniel Aguilar.

The Red Selectiva has been proven effective in catching shrimp. Because of the direct conflict with gillnet fishermen for space to maneuver during daylight hours, the majority of 907 experimental trips were conducted at night. These nocturnal tows caught brown shrimp. Only in

the last year have daylight tests been conducted for blue shrimp. In those trials the trawls caught on average 15 kg of blue shrimp per hour. The average catch per trip was 37-42 kg with trawl nets and one tow of one hour produced more than 100 kg of blue shrimp. These nets exceeded the per-trip performance of gillnets.

Aguilar and INAPESCA have concluded that these trawls present a viable alternative to replace shrimp gillnets. INAPESCA does not intend to conduct further testing of the trawls, and hopes to move into a phase of encouraging their adoption. They would like to implement a training program for fishermen who want to swap out gillnets for trawl nets in the next shrimp season. This intention may be supported by including provisions that allow the use of small trawl nets in the current update of federal regulations for artisanal shrimp fishing. Also, according to Aguilar, immediate action to enforce the current length limit on gillnets is necessary to give fishermen using the small trawls better opportunities to catch blue shrimp.

CIRVA **recommends** that conversion to the use of prototype trawl nets for catching shrimp proceed as rapidly as possible, but also that work continue on the testing and development of improved gear design and deployment.

CIRVA **recommends** that prototype trawl nets towed by pangas be legally permitted or certified by the relevant authorities immediately and that their use in the vaquita's range becomes mandatory in place of gillnets for shrimp by no later than 1 September 2015.

As a part of that transitional process, training programs designed to educate fishermen in the use of small trawl nets should be created and implemented, and participation in such a program by persons receiving a small-trawl fishing permit should be strongly encouraged.

CIRVA **recommends** that interim spatial management measures be implemented during the small-trawl phase-in period from 2012-2015, a time when gillnets and small trawls may both be present on some of the fishing grounds. Such measures should offer access incentives to encourage shrimp fishermen to use small trawls rather than gillnets.

Aguilar presented further information on the large number of illegal oversized gillnets that completely filled the fishing area of the Upper Gulf of California, leaving no space to fish or test other gear. In an observer-based study of how the length of gillnets is related to catch of shrimp, researchers found that large catches of over 100 kg per set were extremely rare in gillnets. Most catches were in the range of 5-20 kg per set. There was no relationship between gillnet length and the size of the catch per set. Thus, despite the use of longer nets there is no apparent economic reason to use a net more than 200 m long.

Responding to a question of whether the increase in length of gillnets in the last decade may have completely offset the beneficial effects of reducing the number of pangas through buy-outs and other incentive programs, Aguilar and others confirmed that the total length of individual

gillnets in the water has increased greatly and that fishermen are generally setting 2 or 3 nets at once, in some cases even more.

Questions were raised as to whether the current review process of NOM-002 for shrimp gillnet fisheries would change, eliminate, or maintain the current gillnet length limits. Meeting participants felt that the overall goal of PACE-Vaquita was to eliminate gillnets and that setting or condoning any lengths besides that specified in current regulations would imply unwarranted support for gillnetting.

CIRVA has repeatedly recommended the elimination of all gillnet fishing within the vaquita's entire range. CIRVA recognizes the enormous efforts and considerable funds expended by the Government of México to reduce the number of gillnetting permits in and eliminate unpermitted fishing in the northern Gulf of California. Nonetheless, we are still concerned that the gains made by reducing the number of permitted vessels may have been lost because of increases in the size and number of nets being fished by the remaining permit holders. Information presented at this meeting showed that the mean length of fishing nets has increased to approximately 1000 m, which is five times the legal limit of 200 m for shrimp gillnets. Also, it was reported that most pangas currently fish two or three nets rather than the one net that is legally authorized. An additional issue is the lack of net length limits for most finfish fisheries, and the variability in length limits given on permits for the same fishery. CIRVA **recommends** immediate and sustained enforcement of the legal limits on the number and length of nets per vessel, where such limits exist, and that boats with longer nets or more than one net should not be allowed to be launched and should be cited as in violation of the law. Further, CIRVA **recommends** that net length limits be established for all finfish fisheries and that length limits be reflected on permits. CIRVA also **reiterates its recommendation** that all gillnets and other entangling nets be eliminated within the range of vaquitas.

Small artisanal trawl nets are being proposed as a vaquita-safe alternative to gillnets. Gearhart felt that vaquita by-catch would be rare in these trawls because of the small size of the net and the slow speed of towing. The Turtle Excluder Device provides some chance of escape if an animal is entrapped. Barlow added that vaquitas avoid boats with engines underway. Gearhart further explained that cetacean by-catch problems in the northeastern United States trawl fisheries occur mostly in large trawls when marine mammals enter the trawls to feed.

Nevertheless, there is continued general concern about the use of trawl nets in fisheries because of the level of by-catch and because of damage to the benthos that can result from trawling. Aguilar and Gearhart explained that by-catch levels can be reduced by careful net design and skilled operation of a trawl. The ratio of by-catch to shrimp catch reported in some of the recent series of gear trials was high because the nets were being tested in unfamiliar conditions and by inexperienced operators. Among about 20 fishermen currently working with the new trawls, by-catch has been reduced to low levels. In the case of by-catch, there is also potential, in the Upper

Gulf, to sell or consume the by-catch. One participant noted that if there is going to be a shrimp fishery in the Upper Gulf, there will always be some level of by-catch.

With regard to the impact of these small or light artisanal trawls on the benthos, Aguilar and Gearhart explained that they are designed to trawl above the bottom. They have a footrope to trigger avoidance by benthic fish and fish excluders to allow entrapped fish to escape. Moreover, their chains and doors are lighter than those of large commercial trawls, meaning they cause less impact on the bottom. The experts also noted that the soft-bottom communities of the Upper Gulf are more resilient to trawling than hard-bottom communities elsewhere. It was acknowledged that although development of these trawls was intended as a way of promoting and facilitating the elimination of gillnets that entangle vaquitas, there is still a need to monitor and manage the impacts of trawling on the bottom communities of the Upper Gulf over the long term.

At its previous meetings, CIRVA has consistently recommended against trawling in vaquita habitat. At those times, members had in mind industrial trawlers, which are known to be responsible for at least occasional by-catches of vaquitas. Nothing was learned at the present meeting that would allay the committee's previously expressed concerns and recommendations in regard to industrial trawlers. However, given the encouraging recent development and trials of small-scale artisanal trawl nets for shrimp fishing, it is important to clarify that CIRVA fully supports the idea of converting the artisanal shrimp fishery from gillnetting to trawling with small (light) trawl nets as described in this report.

Technology Transfer

Patricia De Beze described the elements of effective technology transfer programs. This led to discussion of methods and messages that can be used to get fishermen to adopt new gear. There was general agreement that fisherman-to-fisherman interactions, such as the ability to observe directly what works and what doesn't within a fisherman's own community, is the most effective means of introducing new technology. Aguilar observed that getting fishermen interested in new gear is not easy and that training and adoption take time and effort. The fishermen in the Upper Gulf are accustomed to using gillnets and many don't know how to fish with more complex equipment. Only a few have mastered the concept of trawling, but those who have are doing well. They catch brown shrimp regularly and blue shrimp when they can. There is resistance by gillnetters to this new fishing method. WWF reported that some gillnetters have actively obstructed the efforts of the 17-20 fishermen who use the prototype trawls.

With regard to financial incentives, Ramírez noted that artisanal trawls may not be as economically viable as gillnets, but economic viability aside, such gear conversion is required to address a severe environmental problem – the risk of causing the extinction of the vaquita. The focus is on developing technology that allows fishermen to catch shrimp without catching vaquitas, part of a process that began with limiting gillnets and encouraging 'vaquita-safe' fishing practices. Concern was expressed about the possibility that the ongoing process of

modifying the shrimp fishery regulations could lead to changes in, or even elimination of, the length requirements for gillnets. While there was continued agreement that gillnet use needs to be eliminated within the range of vaquitas, it was also recognized that this would need to be accomplished through a phased, but mandatory, process involving a transition to use of the prototype artisanal trawl nets. From its inception, PACE-Vaquita has been geared towards such a phase-out of gillnets so participants felt it would not come as a surprise to fishermen. Also, it was anticipated that with 500 million pesos invested thus far, further funding would be available to help make the changeover. Conversion of 700 boats was judged to be reasonable in a five-year period of time, and it was hoped that budgets could be developed to make this happen.

The prototype trawl net developed by INAPESCA has been shown to be efficient for catching both brown and blue shrimp. Optimal operation of this new net is not compatible with drift gillnets of more than 200 m or even with a very high density of 200 m driftnets. Given that the Mexican standard for shrimp fishing is under review, CIRVA **recommends** that the National Fisheries and Aquaculture Commission include the prototype trawl net in the standard and mandate a gradual transition from gillnets to the new trawl net, at a suggested rate of no less than 20% a year over the next five years. In the meantime, **it is essential that the Commission reconfirm and enforce** the existing limit on the length of gillnets of no more than 200 m and that it take action to enable the proper operation of the new trawl gear, such as establishing areas, seasons, or periods of the day for exclusive use of the prototype trawl nets. In addition, CIRVA **recommends** that INAPESCA begin a technology transfer program for making these changes feasible and acceptable in fishing communities. Finally, the idea of phasing out gillnets in favour of alternative vaquita-safe fishing gear **should be extended** to other fisheries within the vaquita's range, such as those for finfish and sharks.

CIRVA **recommends** that research on alternative fishing gear for fin fishing not only continue but accelerate. Once gear that qualifies as vaquita-safe is found to be economically viable, a 2-year phase-in process **is recommended**, as follows:

In Year 1,

- legally certify the gear and create a permitting system for it
- begin training fishermen in how to use the gear
- designate areas for exclusive use by fishermen according to the number using gillnets vs. the number using the new vaquita-safe gear.

In Year 2,

- continue training and permitting
- reconfigure the exclusive-use areas such that those where gillnetting is allowed are greatly reduced and restricted to areas thought to be of lowest use by vaquitas.

Regardless of the state of development of vaquita-safe finfish fishing gear, gillnets **should be banned** from the vaquita's range by 1 September 2016.

Trends in Vaquita Numbers Based on Acoustic Data

Jaramillo-Legorreta presented the results of acoustic monitoring and what they tell us about trends in the vaquita population through time (see Appendix 1). Management authorities need to have some way of determining what recovery of the population would look like and therefore it is important to have an estimate of initial (pre-bycatch) population size, depletion level (approximate ratio of present to initial population size), and a target population size for recovery. From modeling, Jaramillo-Legorreta estimated the maximum rate of increase for vaquitas at about 3%/yr. He then concluded that: (a) the population was probably about 5,000 in 1941, prior to fishing with large-mesh gillnets for totoaba; (b) the current population may be around 2% of its historical level; and (c) recovery to a population size comparable to the maximum sustainable yield level would require that it reaches about 50% of K, i.e. around 2,500 individuals. It will certainly take at least tens of years to achieve such recovery.

Following the presentation, there was discussion of the socio-economic consequences of a complete ban on fishing with gillnets and other entangling nets within the range of the vaquita. Several meeting participants noted that according to socio-economic studies, the communities of San Felipe and Puerto Peñasco would likely be better able than El Golfo to adapt to a major loss of fishing livelihoods. However, it was emphasized, once again, that elimination of fishing has never been part of the vaquita conservation agenda. Rather, the objective has been to enable those individuals wishing to continue fishing to do so in ways that do not put vaquitas at risk.

Current Population Size Estimates

Tim Gerrodette presented the published results of the 2008 vaquita survey (Gerrodette et al. 2011; see abstract in Appendix 1), indicating that there were approximately 245 vaquitas (CV = 73%, 95% CI 68–884) at that time. This estimate is 57% lower than the 1997 estimate, an average rate of decline of 7.6%/yr. Importantly, only about half of the estimated population was in the Vaquita Refuge, meaning that on average half of the population remains exposed to the risk of by-catch in artisanal gillnets.

During discussion it was noted that the greater precision of the estimate for the Refuge area compared with the overall survey area was due to the relatively greater effort and higher vaquita encounter rate there. It is important to recognize that the effective search width of visual transects is about ten times that of acoustic tracklines. This needs to be borne in mind when comparing effort between areas; the amount of effective survey coverage in the shallow northern and western parts of the survey area, which were surveyed acoustically in 2008, is therefore much less than it appears to be when simply compared with the visual survey tracklines in the deeper areas (Gerrodette et al. 2011, their Fig. 2).

Barlow called attention to the lower end of the 95% confidence interval of the 2008 estimate, which might be interpreted as a worst-case scenario – in other words, only about 70 vaquitas could remain. It reinforces the urgency of making greater efforts to reduce the by-catch to zero.

In response to a question of whether vaquitas undertake seasonal migrations, it was noted that the previous surveys in 1993 and 1997 had covered a much larger area than the 2008 survey but no vaquitas had been observed outside the area surveyed in 2008. Also, the acoustic monitoring results have demonstrated that vaquitas are present in the survey area year-round. Although the animals clearly range widely within the known species range, there is no reason to think the 2008 survey failed to account for the entire population.

Gerrodette noted that more may be learned in the future about the distribution of vaquitas from the acoustic monitoring efforts and this could allow for improvements in abundance estimation.

Acoustic Monitoring

Jaramillo-Legorreta presented a summary of INE's efforts to develop an acoustic monitoring program for vaquitas in the Upper Gulf (Appendix 1 for details). This work, which primarily involves the installation of autonomous acoustic recorders in the Vaquita Refuge, has provided a valuable and cost-effective means of assessing population trends. CIRVA expressed appreciation for the efforts of the international team of scientists responsible for designing and implementing this innovative monitoring method and emphasized that the monitoring is critical for maintaining a focus on the vaquita's perilous condition. The meeting was informed that a large percentage of the passive acoustic monitoring devices (C-PODs) had been lost from the perimeter buoys marking the Refuge boundary. This was believed to be the result of either the buoys becoming fouled in fishing gear or the C-PODs being stolen outright, possibly a combination of the two. CIRVA hopes funding can be found to replace lost equipment and that monitoring within the Refuge will improve with greater enforcement effort.

The meeting was advised of an initiative led by Jonathan Gordon to use a large sailboat to obtain acoustic data on vaquitas in the shallow waters of the northern reaches of the Upper Gulf. It was understood that funding for this work would come from external sources. Obtaining such data is a very high priority because little is known about the extent to which vaquitas use these areas.

CIRVA welcomes this initiative by Gordon and **recommends** that relevant permitting agencies facilitate it. At the same time CIRVA **recommends** that the ongoing efforts led by Jaramillo-Legorreta be continued and expanded in two principal ways: (1) by installing more detectors in parts of the Vaquita Refuge where high densities of vaquitas have been observed but relatively little acoustic data has been obtained to date, and (2) by developing ways to obtain more acoustic data from shallow areas in the northern reaches of the Upper Gulf, possibly through arrangements with fishermen who are willing to install acoustic devices on their nets.

In general, there is a need for expanded monitoring of vaquitas in areas outside the Vaquita Refuge and within the known normal range of the species. CIRVA **recommends** that every opportunity be taken for wider monitoring, e.g. using a combination of fixed passive acoustic gear and active towed acoustics recorders, using time/area closures for monitoring in summer months.

A Proposal to Reduce Fishing Effort in the Upper Gulf of California

Gerardo Rodriguez described a proposal to reduce fishing effort in the Upper Gulf of California. Data from a questionnaire survey of fishermen and fishing authorities conducted from 2005 to 2007 were used in a modified production model to characterize vaquita populations under different scenarios. The scenarios that included fishery bans or reductions in numbers of artisanal vessels resulted in increased vaquita populations.

In discussion, it was suggested that besides increased buy-out compensation and more investment in human capital, a third option for reducing by-catch (and therefore allowing the vaquita population to increase) is to get fishermen to switch from using gillnets to using alternative fishing gears such as *suriperas*. However, it was acknowledged that *suriperas* are less efficient than gillnets at catching shrimp and also that many fishermen prefer gillnetting because it requires less experience and skill than fishing with suriperas and other alternative gears. A subsidy on prices of shrimp caught with alternative gear might be one way of encouraging fishermen to switch, but it was emphasized that this kind of market intervention only works well if it is consumer driven, e.g. if consumers are prepared to pay a premium on shrimp caught with the less efficient but more 'environment-friendly' gear. Also, avoiding the problem of fishermen transferring products between pangas could be difficult because of the prevailing low levels of surveillance and enforcement.

Ramírez described how personnel from CONANP and INE had conducted a survey of fishermen to find out what kinds of alternative activities to fishing were of interest to them. He also pointed out that fishermen who received buy-out compensation were required as part of their agreement to invest in alternative employment, and that one of the goals of PACE-Vaquita was that fishermen be allowed to continue fishing but with alternative gears. Rojas-Bracho added that CEDO had previously conducted a fisherman survey similar to that reported by Rodriguez and that although many of the ideas presented at this meeting had been under consideration for a number of years, making them operational was an ongoing challenge. Rodriguez indicated an interest in incorporating into his model the newly available data and the suggestions made at this meeting, noting that his modeling work as presented pre-dated the implementation of PACE-Vaquita.

Likelihood of Success of Three Options for Protection of the Vaquita

Gerrodette presented his work with Rojas-Bracho (Gerrodette and Rojas-Bracho 2011) on modeling three options for protection of vaquitas, from enforcing the current Refuge to completely protecting vaquitas throughout their range (Appendix 1). He used data on abundance, by-catch, and spatial distribution and fishing effort and a simple population model to try to estimate probable success of the different options. He modeled the density of vaquitas and the density of nets, using the assumptions that (a) by-catch is the most important threat factor, (b) there is perfect enforcement, and (3) there is no change in the relative distributions of vaquitas and fishing effort. The first option of maintaining the current Refuge and current levels of protection has a low probability of success. The second option, which expands the Vaquita Refuge but still does not protect the animals throughout their entire range, has a higher probability of success but still less than 50% (i.e. it is more likely to fail than to succeed). Only Option 3, which protects vaquitas from by-catch throughout their range, gives a prediction of 100% probability of population increase. Gerrodette also modeled the consequences of delayed implementation. A five-year delay of implementing complete protection reduces the chance of success by 2018 to 50%. Partial implementation of by-catch reduction measures also reduces the chance of success. Gerrodette reminded the group that we are already three years past the 2008 abundance estimate and that with the by-catch situation unchanged, the projected current abundance is 190 animals at the end of 2011. This may be optimistic given continued gillnetting, the apparent increase in amount (length) of gillnetting in the water, and the ongoing illegal fishing in the Refuge.

Gerrodette was asked whether a number of other factors such as imperfect enforcement, delays in retiring fishing gear, and different levels of fishing effort could be incorporated into the model. He indicated that they could if data were available.

The discussion turned to how to communicate the critical timeline for getting gillnets out of the water and what metric might be used to describe a critical threshold beyond which vaquitas will not be able to recover. In this context the group agreed it was important to provide the 2011 population estimate of 190 to decision makers. Although CIRVA has made very strong statements in the reports of previous meetings about the imminent risk of extinction of the vaquita, information from the 2008 survey strongly reinforces the direness of the vaquita's situation. It is unclear whether a further large analytical investment is necessary or warranted given how compelling the available information already is.

Small populations have inherent risks, such as inbreeding depression and increased variability in population growth rates that can accelerate the decline to extinction. These cumulative, interacting risks can lead to a point of no return where the population has lost its ability to recover. For most species, including the vaquita, there are no data to indicate what that point might be. Because of the importance of avoiding inbreeding depression, Jaramillo et al. (2007) set that number at 50 reproductive individuals for vaquitas. This is the number needed to retain

reproductive fitness (Franklin 1980). Approximately half of the vaquitas would be expected to be adults, so the threshold of total abundance (all ages) would be about 100. Gerrodette used his model to estimate the probability of reaching 100 animals for two scenarios: the case where no conservation measures are taken (the situation in 2007) and the case using the current number of pangas using gillnets in San Felipe and El Golfo de Santa Clara (750 as documented by CEDO for the Environmental Impact Assessment; see later). The model indicates that with current measures and assuming perfect enforcement, the vaquita has a 19% chance to reach that point of no return in the next five years (by 2017) (Figure 2). Since illegal fishing is known to occur within the Refuge (i.e. enforcement is not perfect), this estimate is certainly optimistic. The model also shows that current measures have been effective (but not sufficient) because without them there would have been a 74% chance of reaching 100 individuals by 2017 (Figure 2).

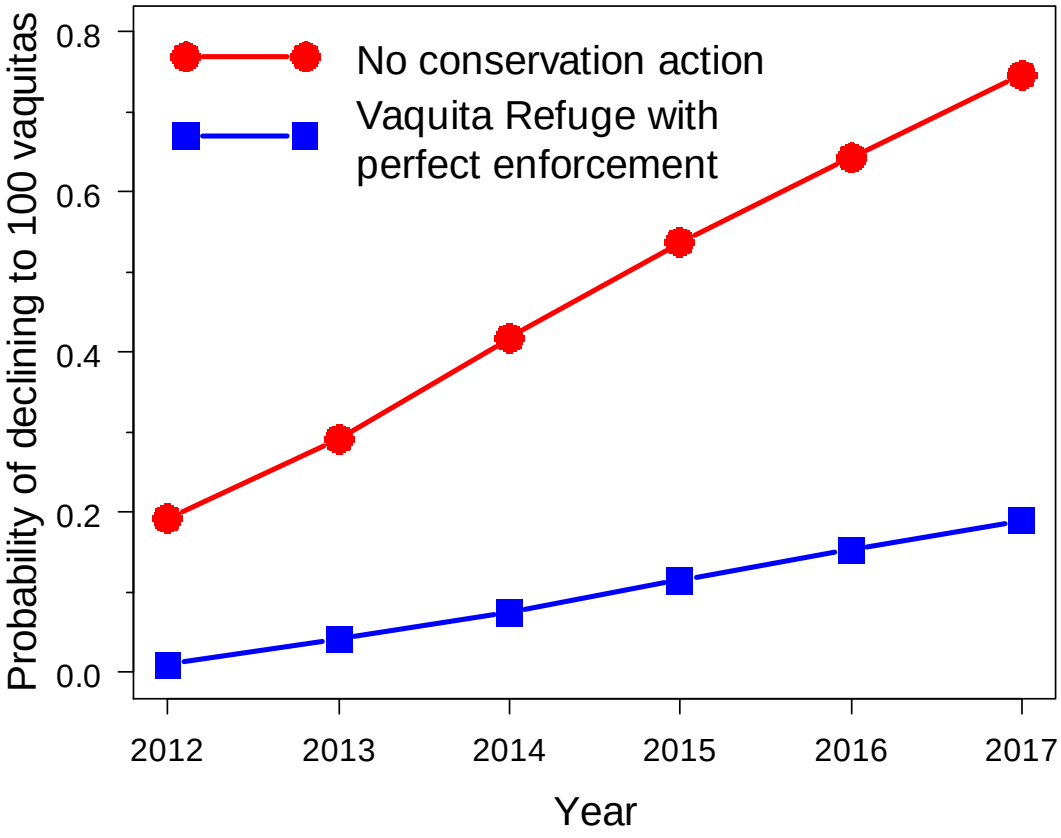


Figure 2. The probability of reaching 100 remaining individuals with no conservation action and with full protection in only the Vaquita Refuge. Note that enforcement within the Refuge is assumed to be perfect and therefore the lower line is optimistic.

The committee concluded that, based on the 2008 survey results, complete protection of vaquitas might not require inclusion of Puerto Peñasco in the Option 3 design. Therefore, CIRVA **recommends** that only vaquita-safe gear (see definition of 'highly selective' above) be allowed for fishing in the primary area of vaquita distribution, which is defined as the area to the north of 30.7°N latitude and west of 114.25°W longitude (Fig. 3). This implies a change to the configuration of the Vaquita Refuge, a change that would be in keeping with the widely accepted principles of adaptive management. Gerrodette and Rojas-Bracho (2011) showed that their Options 1 and 2 were insufficient to stop the population decline. Option 3 would stop the decline but so would this newly proposed area which is the minimum area to contain all vaquita detections and is considered to represent the species' full range. To be clear, CIRVA **recommends** that the boundaries of the Vaquita Refuge be changed to reflect the configuration shown in Figure 3 of this report.

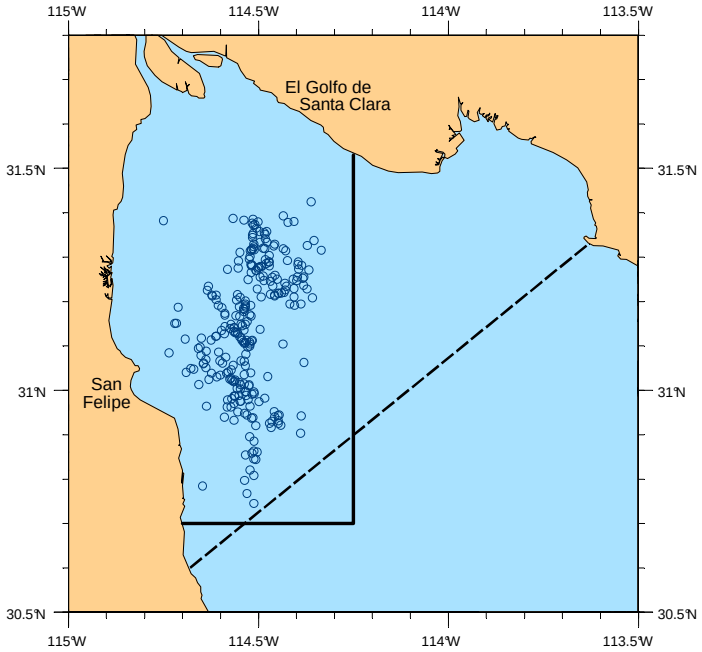


Fig. 3. The dashed line is the boundary proposed as Option 3 in the PACE-Vaquita plan. It is assumed to include the entire current vaquita population. The solid line is an alternative that also probably contains the whole population. The probability of success of this protected area can be considered to be the same as Option 3 of Gerrodette and Rojas-Bracho (2011).

CIRVA **recommends** that analyses be conducted with all available data to improve understanding of micro-habitat use by vaquitas within their range, e.g. differential habitat use by season, tide, etc. Together with data on the location and magnitude of fishing effort, more precise assessments could be made of the vaquita's conservation status.

Ecosystem Health

Salvador Galindo presented information on the impacts of Colorado River flow on the productivity of the Upper Gulf of California (Appendix 1). He emphasized that although by-catch mortality is the main problem for vaquitas, other changes in the environment are also serious problems and may be more difficult to observe and document. He stated that times of high water flow from the Colorado River were correlated with high nutrient concentrations, high primary productivity, and high biomass and that the ecosystem responded to Colorado River flows. He suggested that loss of inflow from the Colorado River had led to changes in the ecological conditions of the Upper Gulf.

Barlow pointed out that environmental quality should be reflected in the condition of the animals, and that by-caught vaquitas generally appear healthy. He also noted that sharks are in worse shape than vaquitas in the Upper Gulf so predation is unlikely to be a significant factor in preventing or slowing recovery of the vaquita population. Morzaria reported that in modeling the Upper Gulf ecosystem, in the absence of fishing pressure but with increased predation, the vaquita population still was projected to increase. Rojas-Bracho noted that everyone agrees the health of the environment must be protected, but that for vaquitas, by-catch is the largest concern and he questioned how low productivity of the Upper Gulf might be related to their survival rates or reproduction. Jaramillo-Legorreta commented that as the vaquita population recovers, the environment could become a limiting factor, but the population is far too small for this to be a problem at present.

Saúl Alvarez-Borrego presented a differing view from that of Galindo on the factors that influence the productivity of the Upper Gulf (Appendix 1). The Gulf of California has a very strong self-fertilization mechanism, through the exchange of water and nutrients with the Pacific Ocean, driven by the kinetic energy of tides, currents, and upwelling. In the warm, clear atmospheric conditions of the Gulf, the water gains heat which is exchanged through circulation of Pacific water. Water that enters the Gulf is nutrient-rich. It is estimated that the Gulf receives 100 times more nutrients from the Pacific Ocean than what used to come from the rivers when they flowed freely. In terms of nutrients and chlorophyll, the Upper Gulf is in good health. There is a net input of millions of tons of nitrogen from the Pacific, so the ecosystem does not really need the nutrients from the rivers. In addition to the nutrient input from the ocean, sediment (nutrient) mobilization still occurs in the mouth of the Colorado River through erosive processes of tidal and wave action.

In response to a question on whether we can conclude that dams have had no effect, Alvarez-Borrego acknowledged that the Colorado River dams have had major ecological impacts, notably on plants and molluscs that depend on estuarine conditions. However, in his view, concerns over impacts on totoaba have been misplaced. He cited a recent publication that found no correlation between juvenile totoaba and salinity. He challenged Galindo's assertions that the loss of freshwater input had caused reductions in fish catches in the Upper Gulf, noting that shrimp fishing results in the deaths of hundreds of thousands of juvenile totoaba every year. Shrimp fishing, according to Alvarez-Borrego, has a much greater impact on the Gulf ecosystem than the loss of freshwater flow. He argued that putting undue emphasis on the issue of dams risks deflecting attention away from the by-catch problem. Also, he stressed that the vaquita is a Mexican species and that if the Upper Gulf of California Biosphere Reserve is going to be a reserve in more than name only, the vaquita must be protected there.

Atlantis Ecosystem Model

Minimizing by-catch threats involves trade-offs between maintaining viable populations and economic benefits. Hem Morzaria described the use of the Atlantis ecosystem model for strategic assessments of the effects of spatial management, gear switching, size limits, and other management actions on ecological and socio-economic outcomes in the northern Gulf of California. The model represents ecosystem structure and function in 2008, simulating biological interactions among ecosystem components in 66 polygons in seven depth layers in the northern half of the Gulf. These biological processes are then affected by human activities. The model contains data for all aspects of fisheries in the region. Diet, reproduction (age structure), by-catch, predation (pelagic sharks), and spatial distribution are simulated for vaquitas and other endangered species represented in the model.

Researchers modeled the effects of spatial management actions in the Upper Gulf Biosphere Reserve on vaquita abundance. As with the work of Gerrodette and Rojas-Bracho (2011), they looked at increasingly strict management options, and, as in that work, they found that only the third option of total protection throughout the range of vaquitas leads to an increase in the population. Such protective measures also resulted in increased biomass of other species of conservation concern, but also in decreased value of the shrimp harvest that was not offset by economic gains.

Morzaria discussed a number of more detailed findings of the model that are described in Appendix 1.

In response to questions, Morzaria said that existing parameters could be modified based on discussions at the meeting and using additional data to more accurately reflect current understanding of by-catch pressures. More work could also be done to validate the model, in particular for population size and by-catch levels back to 1985.

CIRVA **recommends** that a validation exercise be conducted in the Atlantis model, specifically to determine what abundance results in 2008 if the model starts with the vaquita abundance estimate from 1997.

This model was developed as a tool for ecosystem-based management. The results of modeling full compliance with fisheries have been presented to CONAPESCA.

In response to a question about possible environmental limitations, Morzaria reported that they had "driven the population of vaquitas up to a few thousand" in the model and found no food limitation. She commented that vaquita prey species remain abundant regardless of by-catch from fisheries. Similarly, modeling of potential shark predation found that sharks are fished very hard and are not a significant cause of natural mortality of vaquitas.

Environmental Impact Assessment for Small-scale Fishing in the Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve

Sergio Perez Valencia of Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. (CEDO) presented a detailed summary of the development and implementation of an Environmental Impact Assessment (EIA) for Responsible Small Scale Fishing in the Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve (see Appendix 1 for details). Such an assessment is required for economic activities inside a Marine Protected Area or when such activities may have impacts on endangered species. The EIA guides decision makers in establishing conditions for the conduct of those activities. The present EIA involves the fishing communities in Puerto Peñasco, El Golfo de Santa Clara, and San Felipe, nine fisheries, and 27 target species.

CEDO was asked by fishermen to support their efforts to comply with measures established for them in their 2009 fishing authorization to continue fishing in the Reserve. One of these conditions was to develop a new EIA that ensures the impacts of fishing will be mitigated in the short, medium, and long term. In May 2010 CEDO agreed to work with fishermen in a three-year process that will include development of new EIAs and implementation of mitigation measures. In carrying out this work, the participants are committed to approaches and measures that are legal, transparent, participatory, technically sound, realistic, and adaptive. Development of the new EIA is underway and it should be completed and approved by May 2012. In the meantime, mitigation measures are being implemented. These include getting fishermen to use logbooks, associated education and training in logbook use and other skills, deploying onboard observers, waste management, and encouraging social participation and community involvement.

The EIA requires development of a list of legal pangas, and CEDO has documented the number of boats and permits for each community. Perez described efforts to implement the logbook program, the observer program (290 trips observed by trained observers to date), and other elements and presented the list of 26 mitigation measures required for the fishery. Among those related to vaquitas are the ban on fishing in the Refuge and the commitment to switch fishing

gear once INAPESCA announces that this is required, regardless of whether the relevant fishery laws or regulations have been changed. The goal of this process is to create a fishery management system that is functional, provides a positive incentive system, and fosters increased stewardship and compliance on the part of the fishing communities themselves. A very important component will be enforcement, which is meant to provide negative incentives for lack of compliance. Fishermen are responsible for implementing the mitigation measures. Monitoring of compliance and catches provides feedback on the fishery that can allow adaptive changes in short timeframes.

Meeting participants sought clarification of whether under the EIA, the prohibition against fishing in the portion of the Vaquita Refuge outside (south of) the Biosphere Reserve was a legal requirement or voluntary. It was stated that the wildlife law links the Reserve and the Refuge and it is illegal to fish in any part of the Refuge. Clarification was also sought on the question of what a fisherman is expected to do in the event that a vaquita is accidentally caught in a net. Perez explained that the fisherman is required to return it to the sea. While the prohibition on being in possession of an endangered species makes sense as a general principle, such specimens are valuable for scientific (and management) purposes. Therefore, CIRVA **recommends** that a way be found to make an exception in the case of by-caught vaquitas so that fishermen are encouraged to turn dead vaquitas found in their nets over to authorities for scientific study, without penalty.

CIRVA also **encourages** efforts by CEDO and others to provide training in alternative livelihoods to people in the three fishing communities. This is a longstanding recommendation of virtually all policy advice documents related to vaquita conservation, but it deserves encouragement and reinforcement.

In response to a question on whether fishermen are complying with the 200 m gillnet requirement, Perez reported that some progress was being made with at least a small portion of the panga fleet.

It was noted that the list of legal vessels from different communities did not match up with previously published numbers from CONANP. Participants then discussed the difficulty of developing comparable lists for different time periods and for vessels that participate in multiple fisheries. They agreed to work together to develop more realistic numbers to plug into the various models.

Ramírez (CONANP) recognized and thanked CEDO for its work and recognized the efforts of the fishermen who have only recently had experience with the kind of permitting and regulations brought by PACE-Vaquita. He noted that the Upper Gulf was the only place in Mexico where such a significant and serious process was happening.

Peggy Turk of CEDO noted that while mitigation measures under the EIA are helping address the spatial extent and time of fishing, they may not be adequate for addressing the immediate

risks to vaquitas. The EIA reconfirms current law and in her view, major strides are being made through this management system and its focus on developing a culture of compliance. However, Turk emphasized that as CEDO works with fishermen to comply, it is essential for law enforcement agencies to do their job.

Finally, Rojas-Bracho drew attention to the government's role in setting up and enabling the EIA process.

Upper Gulf Artisanal Fisheries Studies

Brad Erisman presented work on spatio-temporal interactions of fish, fisheries, ecosystems, and managed areas in the Upper Gulf of California (Erisman et al. 2012). This work, which initially focused on the curvina fishery at and near the spawning areas in the Colorado River Delta, has been expanded to blue shrimp, chano, and sierra as fished by fishermen from El Golfo de Santa Clara. A key element of this work, that may be promising for understanding and monitoring other fisheries in the Gulf, was the use of GPS data loggers to track vessel activity. The work is being expanded to San Felipe. There is potential for collaboration with the passive acoustic monitoring research on vaquitas. For example, it may be possible to add detectors for croakers to learn more about these fish, which are important to the fisheries. Better understanding may be used to improve trap or pot fisheries.

Letter to President of Mexico

CIRVA **recommends** that this report be sent to President Calderón (copies to Ministers of Agriculture and Environment) with a cover letter that commends the President and his administration for their unprecedented commitment to conservation of the vaquita. It should also make clear that more needs to be done and that immediate further investment in conservation measures is essential if the gains made to date are not to have been in vain. It should stress that the recent availability of an alternative method of catching shrimp provides the opportunity for a real breakthrough in the struggle to reduce vaquita by-catch, and without precluding fishermen in the Upper Gulf from pursuing their livelihoods.

Adoption of Report

A complete draft of the report was reviewed and adopted by all meeting participants on 23 February 2012. It was agreed that Reeves would incorporate comments and corrections and carry out final editing, with help from Taylor and Rojas-Bracho, in the days immediately following the meeting.

Acknowledgments

Participants thanked Rojas-Bracho for his vigorous chairmanship and for his lead role in organizing the meeting, and they also gave special thanks to Edwyna Nieto García of CICMM,

INE, CICESE in Ensenada for her efficient and cheerful support to the meeting, Darel Jordan of the US Marine Mammal Commission for her help with participant travel arrangements, and Tim Ragen of the Marine Mammal Commission for his steadfast support of CIRVA and vaquita conservation, in many ways and over many years. Also, special thanks to the major funders of the meeting –World Wildlife Fund-Mexico, the US Marine Mammal Commission, and the Instituto Nacional de Ecología.

REFERENCES CITED

Erisman, B., Aburto-Oropeza, O., Gonzalez-Abraham, C., Mascaren˜as-Osorio, I., Moreno-Ba´ez, M. and Hastings, P.A. 2012. Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. Scientific Reports 2:284. DOI: 10.1038/srep00284.

Franklin, I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135-150 in M.E. Soulé and B.A. Wilcox, editors. Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Gerrodette, T. and Rojas-Bracho, L. 2011. Estimating the success of protected areas for the vaquita, *Phocoena sinus*. Marine Mammal Science 27(2): E101–E125.

Gerrodette, T., Taylor, B.L., Swift, R., Rankin, S., Jaramillo-Legorreta, A. and Rojas-Bracho, L. 2011. A combined visual and acoustic estimate of 2008 abundance, and change in abundance since 1997, for the vaquita, *Phocoena sinus*. Marine Mammal Science 27(2): E79–E100.

Jaramillo-Legorreta, A., Rojas-Bracho, L., Brownell, R.L., Jr., Read, A.J., Reeves, R.R. Ralls, K. and Taylor, B.L. 2007. Saving the vaquita: immediate action, not more data. Conservation Biology 21(6):1653-1655.

Table 2. Review of progress towards implementation of measures previously recommended by CIRVA and/or PACE-Vaquita. The subjective judgment categories under "Success" are: H = high, M = Medium, L = Low, N = None (with the Success rating given in the 2004 CIRVA report in parentheses). Colors indicate: black--recommendation from CIRVA II and still relevant, red--recommendation of CIRVA II but current recommendation differs, blue--current recommendation only.

Recommendation	**Current situation**	**Success (H,M,L,N)**
1. The by-catch of vaquitas must be reduced to zero as soon as possible.	By-catch could have been reduced however there is uncertainty. Beginning in the late 1990s, the length of nets and the number of nets per panga have increased. However, the number of pangas was reduced by the buy-out in 2008-2010. There is also evidence for only partial enforcement of the Vaquita Refuge.	L (N)
2. The southern boundary of the Biosphere Reserve should be expanded to include all known habitat of vaquita.	The Vaquita Refuge, initiated in 2005, covers part of the range to the south, but not all. Fishing effort along the southern border of the Refuge where high densities of vaquita are known to occur is very high.	M (N)
3. Gillnets and [industrial] trawlers should be banned from the Biosphere Reserve, in the following sequence:		
Stage One (to be completed by 1 January 2000) • Eliminate large-mesh gillnets (6-inch stretched mesh, or greater); • Cap the number of pangas at present levels; • Restrict fishing activities to residents of San Felipe, El Golfo de Santa Clara, and Puerto Peñasco.	• Large-mesh gillnets banned in the Biosphere Reserve in 2002 and have not been used since 2007. • In 2012 the number of pangas has been reduced and capped (but probably at a level that still is similar to or exceeds the number of pangas in 2000). Get from Gerrodette. • Progress has been made in restricting fishing activities to local permitted pangas and trawlers. This restriction has been enhanced through requirements to conform to Environmental Impact Statements to fish in the reserve.	M (M)
Stage Two (to be	Reduced within Vaquita Refuge though	L[1] (L)

[1] Note that members feel that the past success rating should have been N, and that progress has been made on this recommendation.

Recommendation	Current situation	Success (H,M,L,N)
completed by 1 January 2001) • Eliminate medium-mesh gillnets (i.e. all except chinchorro de linea).	violations are frequent. Reductions have also occurred through the program to switchout from gillnets to vaquita friendly gear (e.g. longlines and pots). However, success rating is Low because effort with medium-mesh gillnets remain high in areas outside the Refuge where approximately half of vaquita can be found.	
Stage Three (to be completed by 1 January 2002) • Eliminate all gillnets and [industrial] trawlers.	Reduced gillnetting within Vaquita Refuge though violations are frequent. Industrial trawling within the Refuge is nearly eliminated. Rating is Low because effort with chinchorra de linea gillnets remains high in areas outside the Refuge where approximately half of vaquita can be found.	L [2](L)
PACE eliminate gillnets throughout the range of vaquitas by 2012	Reduced within Vaquita Refuge though violations are frequent. Rating is Low because effort remains high in areas outside the Refuge where approximately half of vaquita can be found.	L
4. Effective enforcement of fishing regulations should begin immediately. The development of effective enforcement techniques should be given high priority because all of the committee's recommendations depend upon effective enforcement.	Progress has been made in terms of permits and reduction of un-permitted fishing. Trawlers are required to carry location devices (VMS). The Vaquita Refuge has been marked with buoys. Fishing (gillnet and trawling) within the Vaquita Refuge has likely been reduced after 2008. However, violations of limits on the length and number of nets/boat are widespread, have occurred for many years, and are a serious concern. Illegal fishing within the Vaquita Refuge is not uncommon.	M[3] (M)
5. Acoustic surveys should start immediately to (a) begin monitoring an index of abundance and (b) gather data on seasonal movements of vaquitas.	Acoustic surveys were done by Jaramillo-Legorreta from 1997-2007 and data indicated a decline in abundance and no evidence for seasonal movements.	H (H)
Acoustic monitoring should be continued to provide the evidence on	Initial data were gathered in 2008 to allow design of a monitoring grid and the first year of the 5-year program is complete and successful though	L

[2] Same comment as footnote 1.

[3] Note that members feel that the past success rating should have been L, and that progress has been made on this recommendation.

Recommendation	Current situation	Success (H,M,L,N)
whether vaquitas are recovering following PACE implementation	too much gear was lost to vandalism and illegal fishing. Further work is needed to monitor areas outside the Refuge. Low rating is given because only one-year has been completed of a 5-year program and it needs to be expanded.	
6. Research should start immediately to develop alternative gear types and techniques to replace gillnets.	Shrimp pots and suriperas were tested and failed. Several small shrimp trawls (RS-INP-MX) were tested and are viable fishing alternatives. Fin-fish traps are in an early testing phase.	M
7. A program should be developed to promote community involvement and public awareness of the importance of the Biosphere Reserve and the vaquita, stressing their relevance as part of México's and the world's heritage. Public support is crucial.	The Assessment and Monitoring Board (Organo de Evaluación y Seguimiento, 2008) was formed and includes: fishermen from San Felipe, Golfo de Santa Clara and Puerto Peñasco, academics from Baja California and Sonora states, state and federal governmental institutions from fisheries and environmental sectors and NGOs. The EIA for small-scale fishing in the Upper Gulf provides a structure for continued progress on this.	H(H)
8. Consideration should be given to compensating fishermen for lost income resulting from the gillnet ban.		
Buy-out	247 artisanal boats with 370 fishing permits out of the water (numbers from http://www.conanp.gob.mx/vaquita_marina/; go to Vaquita Marina page)	M
Biodiversity Conservation Actions	An average of 230 boats received compensation not to fish within the Vaquita Refuge Area (1,263 km^2) (http://www.conanp.gob.mx/vaquita_marina/). A Medium success rating was given because fishing within the Refuge is frequent and the overlap between violators and those receiving compensation is unknown.	M
Switch-out	230 pangas (including 247 permits) (http://www.conanp.gob.mx/vaquita_marina/) have participated in the switch-out to alternative 'vaquita-safe' fishing gear (in most cases presumably small trawls). A Low success rating is given because of uncertainty about whether all	L

Recommendation	Current situation	Success (H,M,L,N)
	230 pangas are actually using the alternative gear provided. It is unclear whether they could use small trawls effectively on the fishing grounds given the high density of gillnets, which are obstacles to trawling. There is also uncertainty of whether CONAPESCA has provided the permits to use the alternative gear.	
9. Research should be conducted to better define critical habitat of the vaquita, using data collected during the 1997 abundance survey.	Additional data gathered from both Vaquita Expedition 2008 and acoustic monitoring have been used effectively to delimit the total current distribution of vaquitas	H (M)
10. The international community and NGOs should be invited to join the Government of México and provide technical and financial assistance to implement the conservation measures described in this recovery plan and to support further conservation activities.	International organizations (Commission for Environmental Cooperation), NGOs (WWF and Cousteau Society) the governments of the US (NOAA Fisheries and the Marine Mammal Commission) and Sweden (Swedish International Development Cooperation Agency) and charitable foundations (Pacific Life and Ocean Foundations) have worked as active partners with the Government of Mexico towards the conservation of the vaquita and the ecosystem of the Upper Gulf.	M (M)

Annex 1: List of Participants

CIRVA Members

Barlow, Jay
Southwest Fisheries
Science Center-NOAA
3333 North Torrey Pines Court
La Jolla, CA 92037-7000
USA

Bjørge, Årne
Institute of Marine Research
Gaustadalléen 21
0349 Oslo, Norway

Camacho, Victor
UABC-IIO
Km 103 Autopista
Ensenada – Tijuana.
Ensenada, Baja California.

Jaramillo Legorreta, Armando
Instituto Nacional de Ecología
Coordinación de Investigación y
Conservación de Mamíferos Marinos
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Ramirez, Oscar
CONANP/SEMARNAT
Director de Especies Prioritarias
para la Conservación
Camino al ajusto 200
Col. Jardines de la Montaña,
Tlalpan, DF. México. 14210

Reeves, Randall
IUCN Cetacean Specialist Group
27 Chandler Lane
Hudson, QC, JOP 1H0
Canada.

Rojas Bracho, Lorenzo
Instituto Nacional de Ecología.
Coordinador de Investigacion y
de Conservación de Mamiferos Marinos.
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Taylor, Barbara
Southwest Fisheries
Science Center-NOAA
3333 North Torrey Pines Court
La Jolla, CA 92037-7000
USA

Thomas, Peter
US Marine Mammal Commission
International and Policy Program Director
4340 East-West Highway, Suite 700
Bethesda, Maryland 20814

Expert Attendees

Aguilar Ramirez, Daniel
Instituto Nacional de la Pesca
Pitagoras 1320. Sta Cruz Atoyac
Del. Benito Juarez. DF
México 03310

Alvarez Borrego, Saúl
Departamento de Ecología
División de Oceanología
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Avila, Dulce María
CONANP-SEMARNAT
Camino al Ajusto 200
Col. Jardines de la Montaña,
Tlalpan, DF. México. 14210

Barnés Regueiro, Francisco
Presidente
Instituto Nacional de Ecología
Av. Anillo Periférico 5000
Col. Insurgentes Cuicuílco
México, DF 04530

Cardenas Hinojosa, Gustavo
Instituto Nacional de Ecología
Coordinación de Investigación y
Conservación
de Mamíferos Marinos
CICESE. Carretera Tij-Ens No. 3918.
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

de la Cueva Salcedo, Horacio
Departamento de Biología de la
Conservación
División de Biología Experimental y
Aplicada
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Deveze Murillo, Patricia
Consultora en capacitación y
Transferencia de Tecnología
Av. Costa Verde 708 int. 3
Veracruz, Ver.

Erisman, Brad
Postdoctoral Fellow
Scripps Institution of Oceanography,
University of California San Diego
9500 Gilman Drive, Mail Code 0202
La Jolla CA 92093-0202

Fueyo Mac Donald, Luis
CONANP-SEMARNAT
Comisionado Nacional
Camino al ajusto 200
Col. Jardines de la Montaña,
Tlalpan, DF. México. 14210

García Caudillo, Juan Manuel
Director
Sustainable Fisheries Partnership Mexico
Blvd. Zertuche 937-3, Valle Dorado
Ensenada BC. México 22890

Gearhart, Jeff
Southeast Fisheries
Science Center-NOAA
Mississippi, Lab.
3209 Frederic Street
Pascagula, MS 39567

Gerrodette, Tim
Southwest Fisheries
Science Center-NOAA
3333 North Torrey Pines Court
La Jolla, CA 92037-7000
USA

Gutierrez Carbonel, David
CONANP-SEMARNAT
Director Regional de Operacion Regional
Camino al Ajusto 200
Col. Jardines de la Montaña,
Tlalpan, DF. México. 14210

Mozaria Luna, N. Hem
NWFSC-NOAA
MRAG Americas Inc. Contractor
Atlantis Ecosystem Model Team
NWFSC-NOAA
2725 Montlake Blvd. E.
Seattle WA, 98115
USA

Nieto García, Edwyna
Instituto Nacional de Ecología
Coordinación de Investigación y
Conservación
de Mamíferos Marinos
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Recagno Peters Eduardo
Director General IOECE
Instituto Nacional de Ecología
Av. Anillo Periférico 5000
Col. Insurgentes Cuicuílco
México, DF 04530

Perez Valencia, Sergio
CEDO, A.C .
Apartado Postal #53.
Puerto Peñasco, Sonora
México

Rodriguez Quiroz, Gerardo
CIDIR-INP, Unidad Sinaloa
Departamento de Acuacultura
Blvd. Juan De Díos Batiz Paredes
No. 250. Guasave, Sinaloa 81101
México

Sanjurjo, Enrique
World Wildlife Found, INC.
Av. Alvaro Obregon No.1665
Local 305. Edif. Cerralvo, Col. Centro.
La Paz, BCS., Mexico 23000

Sau, Martin
CONANP/SEMARNAT
Director de la Reserva
de la Biosfera del Alto Golfo de
California y Delta del Río Colorado
San Luis Río Colorado, Sonora
México.

Vidal, Omar
Director General
WWF-México
Av. México 51
Col. Hipódromo-Condesa
México DF 06100

Observers

Jennifer Keliher-Venegas
San Diego, CA. U.S.A.

Eric Keen
Scripps Institution of Oceanography
9450 Gilman Drive #40287
La Jolla, CA 92092
USA

Mariana Bobadilla
Instituto de Investigaciones Oceanologicas.
UABC. Carr Tijuana-Ensenada Km 103
Ensenada, 22800, B.C. México.

Catalina López Sagástegui
Scripps Institution of Oceanography,
University of California San Diego
9500 Gilman Drive, Mail Code 0202
La Jolla CA 92093-0202

Myriam Campos Aguilar
Departamento de Ecología Marina
División Oceanología
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Martín Daniel Peréz Costiño
Departamento de Biología de la Conservación
División de Biología Experimental y Aplicada
Posgrado de Ciencias de la Vida
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Daniela Ramos Enrique
Departamento de Biología de la Conservación
División de Biología Experimental y Aplicada
Posgrado de Ciencias de la Vida
CICESE. Carr. Tijuana-Ensenada No.3918
Ensenada, Baja California 22860
Mexico.

Organizing Committee

Edwyna Nieto Garcia, Lorenzo Rojas Bracho, Armando M. Jaramillo Legorreta and Gustavo Cárdenas Hinojosa

CICMM - Instituto Nacional de Ecología

Annex 2: Meeting Agenda and Documents

Agenda of CIRVA 4
February 20-23, 2012

Monday February 20th

1. Welcome and opening remarks (F. Barnés, L. Fueyo, P. Thomas and O. Vidal) 09:00 – 10:00
2. Appointment of Rapporteurs (Reeves and Thomas)
3. Adoption of the Agenda
4. Review of the Vaquita Conservation Action Plan (PACE-Vaquita; L. Fueyo and O. Ramírez)

a. Background
b. Goals
c. Management
d. Protection and Enforcement Subprogram
e. Awareness and Coordination Subprograms
f. Achievements and assessment of each Subprogram
g. Conclusions 10:00-13:00

5. Alternative Fishing Gear (D. Aguilar) 15:00-18:00

Tuesday February 21st

6. Vaquita monitoring and status

a. History of vaquita population (A. Jaramillo)
b. Current population size estimates (T. Gerrodette)
c. Acoustic monitoring (A. Jaramillo)
d. Protected areas (G. Rodriguez-Quiroz)
e. Success of protected areas (T. Gerrodette) All day

Wednesday February 22nd

7. Other new information

a. Atlantic model (H. Mozaria-Luna)
b. A review of the Colorado River flow and the Upper Gulf productivity (S. Galindo)
c. Productivity of Gulf of California (S. Álvarez-Borrego)
d. CEDO´s EIA for artisanal fishermen (P. Turk)
e. SIO Upper Gulf Fisheries issues (B. Erisman) All day

Thursday February 23rd

8. Review of the draft report Morning

Appendix 1: Summaries of Presentations

Vaquita Conservation Action Plan (Programa de Acción para la conservación de la especie: vaquita *(Phocoena sinus)*

Oscar Ramírez, CONANP/SEMARNAT

To protect the vaquita, considered as the most critically endangered marine mammal, the Mexico´s Protected Areas National Commission (CONANP), formulated this Action Plan. Local fishermen from San Felipe, B.C., Golfo de Santa Clara and Puerto Peñasco, Son., the National Commission on Fisheries and Aquaculture and the National Institute of Fisheries, national NGOs and local governments, participate in this effort; in fact, the subtitle "*Integral Strategy for the Sustainable Use and Management of Marine and Coastal Resources in the Upper Gulf of California,* is one of the recommendations made by fishermen.

Implementation of the Action Plan began in 2007, with the goal of eliminating by-catch, by means of reducing the fishing effort through voluntary buy-out and substitution of gill and trammel nets by more selective fishing methods. Technological development of alternative fishing gear and biologic diversity conservation actions in the Refuge Area were also promoted. Until now, the Secretariat of Environment and Natural Resources through CONANP has spent more than 400 million pesos to buy-out 247 artisanal bouat with 370 fishing permits, also in 230 pangas have replaced their gillnets by alternative fishing gears that prevent by-catch. Also, together with the National Fisheries Institute, during 2009 and 2010, testing of a light and selective trawler for shrimp harvest were financed. Each year, an average of 530 boats do not fish within the Refuge Area, which means the existence of a NO Take Zone in 1,263 km^2 .

However, the protected area's management body has the will but not authority to regulate fisheries, which complicates the chance to succeed and contribute to species conservation. Experiences in the implementation of the Action Plan had taught us various lessons, which now we turn into recommendations for scientist, politicians, decision-makers and civil society organizations concerned about species conservation:

- Threats to vaquita have been reduced significant but not sufficiently
- Fishing effort has been reduced and a fisheries management process is being implemented.
- Fishermen have initiated successfully alternative economic activities which provide them a proper livelihood.
- The mechanisms of permanent dialogue and coordination of efforts between fishermen and government had allow to reach institutional agreements
- Bases for sustainable fishing in the Upper Gulf have been established

- Urgent need of better fishery regulations enforcement and the development of specific ones for the upper Gulf of California

Comparison of the RS-INP-MEX and Scorpion Trawl Designs

Jeff Gearhart, NOAA Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, Mississippi Laboratories, Harvesting Systems Unit, Pascagoula, Mississippi, USA

In 2001, the US Marine Mammal Commission (MMC) provided funding for a cooperative research project between INAPESCA and NOAA Fisheries Service to compare the configuration and performance of a "Scorpion" and Red Selectiva-Instituto Nacional de Pesca-Mexico (RS-INP-MEX) trawls. The RS-INP-MEX prototype trawl was developed by INAPESCA as an alternative gear to mitigate vaquita (*Phocoena sinus*) by-catch in the gillnet fishery targeting the semi pelagic blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*), while the "Scorpion" trawl is a high performance trawl design used in the Southeast US to target semi pelagic white shrimp (*Litopenaeus setiferus*). This study was completed in three phases, the objectives were:

- Compare gear characteristics between the "Scorpion" and RS-INP-MEX trawls
- Compare catches between the "Scorpion" and RS-INP-MEX trawls in US waters
- Compare catches between the "Scorpion" and RS-INP-MEX trawls in the Upper Gulf of California

The first phase of the study was conducted in May 2011 in the Gulf of Mexico (GOM). A 50 ft "Scorpion" trawl was compared to a 50 ft RS-INP-MEX trawl. Catches were reduced for all catch categories for the RS-INP-MEX trawl when compared to the "Scorpion" trawl with total catch reduced by 40.8%, shrimp reduced by 63.9%, and by-catch reduced by 29.3%. It was evident that the trawl was not effectively tending the bottom during the first leg of testing, which was conducted in deeper water (~30 m) indicating that the doors were undersized for the trawl at these depths.

The next phase of the study was conducted in June 2011 off Panama City, Florida and consisted of diver assisted measurements and evaluations of two trawl designs. The two trawls were the "Scorpion" and a Box trawl with bib attachment. Each of these designs were "Bib" or "Tongue" trawl designs that are typically used to catch the semi pelagic white shrimp. The original 50 ft "Scorpion" was downsized to a 30 ft trawl to facilitate towing by small pangas, while the Box trawl was also constructed in a smaller 32 ft version. Spread and height measurements were collected on each net with different bib cable settings. The "Scorpion" trawl did not perform as expected, while the Box trawl with bib performed well with net spread decreasing and height increasing with longer bib setting. Optimum configurations for each were determined in preparation for phase three of the study.

The final phase of the study was conducted in the Upper Gulf of California in August 2011. Four vessels were contracted to conduct paired comparisons between the 32 ft Box trawl with bib, 30 ft "Scorpion" trawl and 50 ft RS-INP-MEX trawls. Customs delays of the gear shipment prevented valid paired comparisons between gears. However, NOAA staff was able to improve RS-INP-MEX trawl performance by properly rigging doors and increasing speed of towing. These improvements resulted in acceptable catches of Blue Shrimp. Catch levels were comparable to that of gillnets with the trawls catching 38-70 kgs/tow, while gillnets average 40 kgs/set. Fisheries Specialist from NOAA recommend the following:

- Use of wooden plywood doors to improve trawl deployment and performance
- Addition of "flippers" to the trawl footrope to improve performance on muddy bottom
- Converting vessels to diesel power would improve the profit margin
- Adding winches and rigging to the vessels would ease deployment and retrieval processes

Mexican Efforts to Save *Phocoena sinus* from Extinction through Sustainable Fisheries

Daniel Aguilar Ramirez, Instituto Nacional de Pesca (danafishman@yahoo.com)

The vaquita (*Phocoena sinus*) is the smallest living cetacean, with a maximum length of 1.5 m is found only in an area of roughly 5,000 Km2 in the Upper Gulf of California. The vaquita is listed as critically endangered by IUCN; it´s greatest threat is death by entanglement in gillnets used by fisherman in artisanal shrimp and finfish fisheries. However, these fisheries are the principal productive activity in the region. The fishing area is located in the northernmost Gulf of California, included two Mexican States (Sonora and Baja California). There are 3 fishing communities with nearly 70,000 people whose depends mainly of the fishing activity. There is an available fishing space of 274,000 Ha. Inside the fishing area there is a ban area named "vaquita protected polygon" with 126,400 Ha over which is not allowed fish with gill nets, so the use of alternative gears could expand the total fishing area over 400,000 Ha. The most feasible mechanism to further avoid vaquita extinction is to switch these fisheries currently using gillnets into alternative fishing gears which do not cause vaquita by-catch. In the past four years, the Mexican government has made an unprecedented commitment to save the vaquita putting an end to the gillnet mortality and offering fishermen viable alternative livelihoods. To date, the government has invested to bring the gill nets out of the water through buy-outs, rent-outs, and swap-outs. Buy-outs offer compensation to fishermen surrendering their gear and licenses going into alternative livelihoods. Rent-outs are agreements whereby fishermen are compensated for not fish for a specified period of time. Swap-outs offer compensation and technical assistance to those fishermen willing to change to alternative, vaquita-friendly, fishing gear and methods. This latter alternative has been the responsibility of Mexico's National Fisheries Institute (Instituto Nacional de Pesca, INAPESCA). In order to develop fishing gear alternatives to gill nets, in 2009 INAPESCA tested several prototypes which included pots, modified cast nets named "suriperas", trawl nets, fish aggregation devices, and hooks and lines (watch video at

http://www.youtube.com/watch?v=4xW1s5m0ty4). Species targeted were shrimp, finfish, sharks, rays mollusks and other crustaceans with some degree of success. At the present, we have an alternative gear for shrimp fishery which is the most important fishery of the region. The prototype net has been demonstrating its efficiency for fish shrimp over 3,000 sets during 2009-2010 shrimp season. During these fishing activities, not a single vaquita was catch and the trawl prototype show also that is highly selective to avoid finfish by-catch through several excluder devices implemented (watch video at http://www.youtube.com/watch?v=X3m9tN7uPZ4). So, there is now an opportunity to switch from gill nets to a prototype trawl net to catch blue shrimp (*Litopenaeus stilyrostris*) and brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*). Work is underway seeking best fishing alternatives for the other species. At the present there are 204 permits of 1,412 which are been switching the gill nets into alternative gears: prototype trawl nets for shrimp and long lines for finfish and shark. these switch licenses are been financial supported from the government for fishing gear acquisition and fishing operation expenditures, including improvements of vessels, outboard engines and electronic equipment as video sounders, GPS devices and small winches gasoline operates for gear recovering . There are also involved others stakeholders as World Wildlife Funds in order to look for international markets to reach better market prices for fishing products obtained without vaquita impacts. We expect that during the next two years we can switch the remain licenses to take out of the water the 100% of gill nets in the region, without economic impacts to the fishermen. This research is directly linked to an urgently needed conservation outcome – the reduction of by-catch of one of the most critically endangered cetacean species in the world-. The recommendations that this research project will generate, on the most economically and environmentally appropriate fishing gear technologies for use in the Upper Gulf of California, will provide the essential scientific foundation for a full elimination of gillnet use in the region, and subsequent reduction in vaquita by-catch. for accomplish with this ambitious aim, we have financial support from the government to continue with the fishing trials onboard a research vessel during 2012, however these experimental activities requires time and more budgets that the government can provide, so we are been looking for additional financial support in order to get more time on board testing alternative gears and funds for start with workshops and training for transfer the technology to fishermen. At the end of the project in 2012, INAPESCA would make specific recommendations to national authorities National Fisheries and Aquaculture Commission (CONAPESCA) and National Wild Protected Areas Commission (CONANP) on the most suitable fishing options to be promoted among local fishers for replacing gillnets as well as to include those in the Federal Regulations for fishing activity into a protected biosphere area and into the Normatively for the fishing sustainable species as shrimp, sharks and finfish. A public technical report would be jointly produced by INAPESCA and WWF and would be made available on WWF-Mexico´s and INAPESCA´s websites. At the end of the project, WWF and INAPESCA would also submit for publication in the Journal of Cetacean Research and Management a paper describing and evaluating the variety of alternative fishing gears jointly tested by both institutions at the Upper Gulf of California over the past four years, and outlining their efficiency in reducing vaquita by-catch

A History of Vaquita (*Phocoena sinus*) Population through Data on By-catch, Population Biology and Acoustic Monitoring: Support to the Recovery Plan

Armando Jaramillo-Legorreta, CICMM, Instituto Nacional de Ecología, CISESE, Ensenada

Vaquitas, as well as other odontocetes, emit high-frequency, narrow-band clicks arranged in series of a few to several. This behavior made it possible to design automated equipment to identify these kinds of signals.

These passive acoustic techniques have been used since 1997 to study habitat use of vaquita as well as to monitor the population trend. On that year equipment name "porpoise detector" was tested to locate vaquita signals with success. Later, in 1999, a second generation of the detector was implemented in vaquita field studies. This equipment was used until 2007, bringing a period of ten years of data. The parameter *acoustic encounter rate* (number of acoustic encounters with vaquitas per unit time) was modeled using regression approach. As a result, the model predicted a decline of the encounter rate. Assuming that this rate is proportional to population trend, it was informed to Mexican Government which sparked the current Recovery Plan. However, the plan does not specify any management goals in terms of target population size or time frame to apply recovery measures.

In order to bring some quantitative information in this regards, it was tried to model historical population trend using data available on fishing effort, by-catch rates and biological attributes of vaquita population as well as from harbor porpoise, a close related species. A simple denso-dependent discrete logistic model was used to model the population, including a term to account for by-catch. The parameters to estimate were carrying capacity, maximum intrinsic rate of increase, shape, and terms correlating fishing effort and vaquita abundance with by-catch in totoaba and artisanal fisheries. A Bayesian framework was used to estimate the parameters, using simulation techniques as implemented in AD Model Builder. Prior distributions for K and r were constructed from information available in literature. Uniform distributions with determined intervals were constructed for the other parameters, indicating the lack of information.

The modeling exercise estimate that maximum rate of increase could be than expected for a porpoise, near to 3%. K is estimated to be around 5,000 individuals. Current abundance is around 2% of the historical one, showing extreme levels of depletion. The model also indicates that maximum sustainable yield rates could be around 50% of K, which could be an option to establish the management goal. In any way, every envisioned goal will take in the order of tens of years to be accomplished, as the population has limited potential of growth given the low estimated rate of increase. Given the time frame required to declare the species as recovered, it is recommended to base recovery strategy in the complete elimination of gillnets, instead to use an approach enforcing the use of this kind of gears under a season or areas closure strategy.

2008 Abundance and Change in Abundance since 1997

Tim Gerrodette, Southwest Fisheries Science Center-NOAA, 3333 North Torrey Pines Court, La Jolla, California, USA

A line-transect survey for the critically endangered vaquita, Phocoena sinus, was carried out in October–November 2008, in the northern Gulf of California,Mexico. Areas with deeper water were sampled visually from a large research vessel, while shallow water areas were covered by a sailboat towing an acoustic array. Total vaquita abundance in 2008 was estimated to be 245 animals (CV = 73%, 95% CI 68–884). The 2008 estimate was 57% lower than the 1997 estimate, an average rate of decline of 7.6%/yr. Bayesian analyses found an 89% probability of decline in total population size during the 11 yr period, and a 100% probability of decline in the central part of the range. Acoustic detections were assumed to represent porpoises with an average group size of 1.9, the same as visual sightings. Based on simultaneous visual and acoustic data in a calibration area, the probability of detecting vaquitas acoustically on the trackline was estimated to be 0.41 (CV = 108%). The Refuge Area for the Protection of the Vaquita, where gill net fishing is currently banned, contained approximately 50% of the population. While animals move in and out of the Refuge Area, on average half of the population remains exposed to by-catch in artisanal gill nets.

Monitoring Vaquita Population, a Key Factor for Successful Recovery

Armando Jaramillo-Legorreta, CICMM, Instituto Nacional de Ecología, CISESE, Ensenada

Monitoring based on passive acoustics was applied between 1997 and 2007 to estimate vaquita population trend. Methods used were able to provide a trend of acoustic encounter rate proportional almost 1:1 to direct estimates of population abundance change rate between 1997 and 2008. However, methods applied are not powerful enough to continue monitoring efforts, as the population became so reduced that sampling based in a single boat gathering data in a single spot at a time do not provide enough sample size.

In 2008, a cooperative survey between Mexican and US scientists was done to test alternative acoustic detectors, aimed to design a monitoring scheme with statistical power enough to detect small population increases less than 4% annually or further reductions of 5% in a term of 5 years. The key issue was to increase sample size, so the option was to test autonomous acoustic detectors, able to be working without assistance for extended periods of time. Three of those kinds of detectors were tested: A-Tag, T-POD and C-POD, being the C-POD the one with the better results.

During a workshop held in Ensenada during 2009, a sampling web was designed inside Protection Refuge Area for Vaquita, consisting of 48 sampling sites as well as 16 delimiting buoys, which can be used as a platform of opportunity to moor acoustic detectors. It was

estimated that 5,000 sampling days / year are needed to obtain enough statistical power. A network of 50 detectors working 100 days / year can do the job, hence, the 64 sites planned can even sustain some loses during sampling periods.

Design and pilot tests of mooring designs were done in 2010, obtaining final designs able to hold local oceanographic conditions, however, it was determined that shrimp fishing activities inside refuge take out 60% of moorings. Hence, it was decided to install detectors only during the period between May and September, when fishing activities are in the lowest numbers, to avoid high rates of lost.

First sampling period occurred between June and September 2011, including the deployment of 48 moorings inside refuge and 13 in delimiting buoys. Ten of the moorings inside refuge were not located, although three detectors moored in these sites were returned by fishermen. Eleven of the detectors deployed in buoys get lost. The total sample available is composed of 38 sites inside refuge and two in buoys. Illegal fishing inside the refuge is the most likely cause for the loss of equipment.

The total sample includes 2,840 days and 1,655 acoustic encounters with vaquitas, resulting in an average encounter rate of 0.58 encounters / day and a CV of 0.0485, near to the goal of 3%. A concern was raised by the absence of click series detections in areas with high background noise levels indicated by high number of clicks stored in the detector. To check for the ability of the detection algorithm to identify porpoise like signal under this kind of conditions, vaquita series were inserted into noisy files and algorithm ran again. Low quality (low probability to be identified) and high quality series were inserted at six different time positions. Low quality signal were identified in only one of the sites while the high quality signal was identified at the six sites. Most of vaquita encounters are composed of several series of different qualities, hence it is concluded that identification algorithm could be efficient to identify real encounters. Hence, the absence or low levels of encounter rates must be related to low density of animals or due to a different acoustic behavior under noisy conditions as compared to quieter areas.

Highest acoustic activity of vaquitas is located towards San Felipe and the central and southern portions of the refuge. Sites with the highest encounter rates appear to have low level of background noise.

INE analyzed satellite imagery to count number of pangas in the Upper Gulf of California. Sixty seven panga like boats were inside the refuge, potentially making illegal fishery operations. A bunch of that pangas were aggregated in the middle of the area with the highest encounter rates, which rise a call od concern about the potential of this activity to increase probabilities to catch vaquitas.

A rough view of the complete set of acoustic data since 1997, including the sampling effort described in this work, indicates encounter rate diminished since 2008, when PACE vaquita

started to operate. Hence, population level could be even lower that it was estimated back on 2008.

It was reported that detectors were installed in all 13 available buoys, but using diving to deployed them in order to avoid theft as it happened with the first ones deployed in 2011. Next May moorings will be deployed inside refuge for the second sampling period and will be recovered during September previous to the 2012-2013 season.

A Proposal to Reduce Fishing Effort in the Upper Gulf of California

Gerardo Rodriguez Quiro, CIDIR-INP, Unidad Sinaloa, Dep. Acuacultura, Guasave, Sinaloa

There have been attempts to eliminate vaquita by-catch. Some of them have been implemented, but all of them have been focused on reducing gillnets. Few social studies had been made until the PACE-Vaquita program started in 2008. In this new proposal to reduce vaquita by-catch, there were attempts both to reduce the number of fishing boats and to make a changeover to alternative fishing gear. We interviewed 146 fishermen and asked them questions concerning their willingness to quit fishing. From their responses, we proposed two fishing effort scenarios to recover the vaquita population in a period of 15 years using a deterministic model. We found in the interviews that 30% of the fishermen would continue fishing no matter what, even if the fisheries in the Upper Gulf were closed. Feeding this number of fishermen into the model, we found that by reducing fishing effort by 15% yearly we could reach that number of fishermen who will not stop fishing, and vaquitas will maintain their actual population size. Some management proposals were suggested to decision makers that would allow sustainable fishing without compromising the welfare of fishermen, such as opening a sport fishery for totoaba, training young and elderly fishermen in activities for work in other sectors of the fishing industry, establishing a price subsidy to fishermen who change their nets, and giving incentives to federal and local authorities to support and encourage market strategies in which fishermen upgrade the quality of their products so they can be sold at competitive prices in regional and international markets.

Estimating the Success of Protected Areas for the Vaquita

Tim Gerrodette, Southwest Fisheries Science Center-NOAA, 3333 North Torrey Pines Court, La Jolla, California, USA

By-catch in artisanal gillnets threatens the vaquita, *Phocoena sinus*, with extinction. In 2008, the Mexican government announced a conservation action plan for this porpoise, with three options for a protected area closed to gillnet fishing. The probability of success of each of the three options was estimated with a Bayesian population model, where success was defined as an increase in vaquita abundance after 10 years. The model was fitted to data on abundance, by-catch and fishing effort, although data were sparse and imprecise. Under the first protected area

option, the existing Refuge Area for the Protection of the Vaquita, by-catch was about 7% of population size, and probability of success was 0.08. Under the second option with a larger protected area, the probability of success was 0.35. The third option was large enough to eliminate vaquita by-catch and had a probability of success > 0.99. Probability of success was reduced if elimination of vaquita by-catch was delayed or incomplete. Despite considerable efforts by the Mexican government to support vaquita conservation, vaquita abundance will probably continue to decline unless additional measures to reduce by-catch are taken, such as banning gillnets within the vaquita's range and developing effective alternative fishing gear.

Nutrients in the Upper Gulf of California and Colorado River Delta

Manuel S. Galindo-Bect, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, MEXICO

The Upper Gulf of California and Colorado River delta is the shallow region located in the northern Gulf of California where one of the most important sources of nutrients was the freshwater input from the Colorado River. The construction of dams in the United States (U.S.) since 1935 has limited fresh surface water entering the estuary only to years with abnormally high rainfall and snowmelt in the upper river basin. This is why most of the time this region has has lost its estuarine conditions. It is widely recognized in CIRVA that the main risk to the vaquita is incidental mortality in gill nets. In 1997 CIRVA concluded, given the high nutrient concentrations and high rates of productivity of the Upper Gulf of California, available data indicating that vaquitas consume a number of different prey species, and the lack of evidence of emaciation on recovered specimens of vaquitas, that the reduced flow from the Colorado River does not pose a short-term risk to the vaquita. At that time it was also concluded that in the long term, changes in vaquita habitat due to reduction of this flow, such as nutrient decline, were matters of concern that should be investigated.

High concentration of nutrients (Cupul-Magaña, 1994), high primary productivity rates (Santamaría-del-Angel et al., 1994) and high zooplancton biomass (Farfán and Alvarez-Borrego 2003) have been used as a base to conclude this. In this presentation I showed that the analysis in this papers was not done properly because these studies of nutrients and primary productivity were made during years of estuarine conditions. Which highlight the importance of the Colorado River for the environmental health of the Upper Gulf. A comparison of nitrate levels with and without the contribution of the river was made, noting that values of nitrate in estuarine conditions should be over 10 µM and now without the contribution of the river values are less than 0.1 µM. Mention also made to the fact that environmental changes by the Colorado River damming are not only nutrients and primary productivity but also loss of protective barrier due changes in salinity, changes in diversity and abundance of species, increase of mortality by predation and osmoregulation and decrease the size of populations. These environmental changes are difficult to relate with decreasing size of the Vaquita population, because there are not

historical data, but the historical data of species estuarine dependent as shrimp and totoaba, show how the Colorado River damming has affected drastically the size of their population. The conclusion is that mortality of the vaquita is mainly due to by-catch, but also is represents a Mexico-USA bilateral problem due environmental changes due the Colorado River damming.

Productivity of Gulf of California

Saúl Alvarez, CICESE

The Gulf of California is the only evaporative basin of the Pacific. Despite the strong evaporative forcing, the gulf differs markedly from the Mediterranean and Red seas, which are the primary evaporative basins of the Atlantic and Indian oceans. Fundamental differences between the Gulf of California and the Mediterranean and Red sea may be attributed to a net heat gain from the atmosphere in the former, compared to a net heat loss to the atmosphere in the other two. In the Gulf of California there is an annual mean net atmosphere-water heat flux into the sea of >100 W m^{-2}. This heat has to be exported to the Pacific somehow; otherwise the gulf's temperature would be increasing. This causes water exchange between the Gulf of California and the Pacific which consists of less dense, warmer, saltier, and nutrient poor surface and near surface (0-200 m) water flowing out from the gulf into the Pacific, and to balance this flow, relatively deep (200-600 m), denser, colder, fresher, and nutrient rich water flows into the gulf. Water exchange between the gulf and the Pacific has a very important ecological implication because it is a natural fertilization mechanism for the gulf; it causes net input of nutrients from the Pacific into the gulf. The dissolved NO_3 input by rivers, agricultural runoff, and N_2 fixation by diazotrophs might add to only ~1.5% of the input from the Pacific.

Once the nutrients are inside the gulf they have to be brought up to the euphotic zone where they can be used for photosynthesis. The mechanisms for this are upwelling, mostly off the eastern coast with "winter" conditions, and tidal mixing, mainly in the area of the midriff islands where it has the effect of a cuasi-continuous upwelling, throughout the whole year.

The northern Gulf is a very productive area that receives nutrients, both from upwelling and advection from the midriff islands region. The northern Gulf has gyres that cover most of the basin, anticyclonic in winter and cyclonic in summer. The speeds of this circulation are such that it takes only some days for a parcel of water, rich in nutrients and phytoplankton, to move from the midriff islands region to the area of the La Vaquita refuge.

These fertilization mechanisms result in very healthy phytoplankton communities in the whole northern gulf, with high chlorophyll concentrations evident both in satellite imagery and in data generated with water samples taken directly at places like off San Felipe, Baja California, and off El Golfo de Santa Clara, Sonora.

Historical data show that back in 1889, when the first Gulf of California Albatross Cruise was carried out, salinities were higher than 36 not far from San Felipe, showing almost no impact of the river in the marine environment of the northern gulf. When the river was flowing freely,

before the dams were built, the impact of freshwater was significant only off Baja California, with almost no impact off Sonora, because of the effect of the rotation of the planet. Data from April of 1993, a wet year with a large amount of freshwater reaching the Upper Gulf, and data from April of 1996, a dry year with no freshwater input to the sea, show no significant differences in nutrient concentrations and phytoplankton biomass.

Atlantis Model

Hem N. Morzaria Luna, Northwest Fisheries Science Center-NOAA, MRAG Americas Inc. Contractor, Atlantis Ecosystem Model Team, 2725 Montlake Blvd. E, Seattle, Washington, USA

Minimizing fishery by-catch threats might involve trade-offs between maintaining viable populations and economic benefits. Understanding these trade-offs can help managers reconcile conflicting goals. An example is a set of by-catch reduction measures for the Critically Endangered vaquita porpoise (*Phocoena sinus*), in the Northern Gulf of California, Mexico. The vaquita is an endemic species threatened with extinction by artisanal gillnet by-catch within its limited range; in this area fisheries are the chief source of economic productivity.

Methodology/Principal Findings

We analyze trade-offs between conservation of the vaquita and fisheries, using an end-to-end Atlantis ecosystem model for the Northern Gulf of California. Atlantis is a spatially explicit model intended as a strategic tool to test alternative management strategies. We simulated increasingly restrictive fisheries regulations contained in the vaquita conservation plan: replacing shrimp driftnets with a fishing gear with no vaquita by-catch; implementing progressively larger spatial management areas that exclude gillnets and trawls; and combining these management actions. We found that only the most extensive spatial management scenarios recovered the vaquita population above the threshold necessary to downlist the species from Critically Endangered. The combined scenario led to an estimated 19% decrease in the net present value of fisheries catch relative to a scenario in which fisheries observed only the currently enforced vaquita refuge, but a 400% increase in the abundance of adult vaquita over the course of 30 years.

Conclusions/Significance

We found no win-win solution for both conservation and fisheries. Current management actions do not assure vaquita recovery and do not yield benefits for fishery species that translate into higher catch value. Extended spatial management resulted in the highest recovery of the vaquita population, but the gillnet and trawl fisheries never recover lost value. Our analysis shows that managers will have to confront difficult trade-offs between management scenarios for vaquita conservation.

Appendix 2: New Recommendations from CIRVA-IV

Most important recommendations

- All gillnets and other entangling nets need to be removed from the entire range of the vaquita.
- Artisanal shrimp fishing vessels should be converted from using gillnets to using small trawls immediately.
- Additional research is needed immediately to develop vaquita-safe methods to fish for finfish with artisanal vessels. The conversion of the entire fishing fleet to vaquita-safe methods needs to be accomplished as soon as possible (certainly within the next few years).
- Spatial management measures are needed that provide access incentives for shrimp fishermen who use small trawls rather than gillnets.
- Legal limit on the length of gillnets and the number of nets per vessel need to be enforced immediately for fisheries with such limits, like the shrimp fishery.
- Legal limit on the length of gillnets and the number of nets per vessel need to be established and enforced for all other fisheries (besides the shrimp fishery).
- More effective enforcement of no-fishing regulations within the Vaquita Refuge is needed.
- CIRVA **recommends** that only vaquita-safe gear (see definition of 'highly selective' above) be allowed for fishing in the primary area of vaquita distribution, which is defined as the area to the north of 30.7°N latitude and west of 114.25°W longitude (Fig. 3). To be clear, CIRVA **recommends** that the boundaries of the Vaquita Refuge be changed to reflect the configuration shown in Figure 3 of this report.
- INE's acoustic monitoring scheme should continue for at least the first planned 5-year period. This scheme offers the only means of tracking vaquita population trends so that recovery strategies can be adapted accordingly.

Other recommendations

Recommendations to government/enforcement

- CIRVA **recommends** that this report be sent to President Calderón (copies to Ministers of Agriculture and Environment), with a cover letter that commends the President and his administration for their unprecedented commitment to conservation of the vaquita.
- CIRVA **recommends** that INAPESCA explicitly define 'highly selective gear' (*art alta selectividad multiespecífica*, Plan de Manejo de la RBAGDRC; literally 'gear with high multispecific selectivity') in consultation with CONANP. The definition should include the idea that such gear would have very little (preferably zero) risk of catching vaquitas (i.e. it is 'vaquita-safe'). The goal must be to achieve < 1 total by-catch of vaquitas per year in all fisheries combined.
- CIRVA **recommends** that the small or light trawl nets (RS-INP-MEX prototype trawl and similar) recently developed by INAPESCA for use in the shrimp fishery be specified

as falling within the definition of 'highly selective gear' (see later in this report for details on the trawl net).

- CIRVA **recommends** that enforcement agencies introduce better inspection protocols, intensify verification effort, and make public the results of their operations. Protocols should focus on both inspecting the use of authorized fishing gear and monitoring fishing operations in the no-take zones. Because enforcement on the water is expensive, it would make good sense to implement enforcement primarily at launching sites, with GPS tracking devices used to monitor where the fishing vessels go. This would require that such devices be mandatory for pangas fishing in the primary distribution area of vaquitas, at least until gears that pose risks to vaquitas are banned entirely from that area.
- CIRVA **recommends** that conversion to the use of prototype trawl nets for catching shrimp proceed as rapidly as possible, but also that work continue on the testing and development of improved gear design and deployment.
- CIRVA **recommends** that prototype trawl nets towed by pangas be legally permitted or certified by the relevant authorities immediately and that their use in the vaquita's range become mandatory in place of gillnets for shrimp by no later than 1 September 2015.
- CIRVA **recommends** that interim spatial management measures be implemented during the small-trawl phase-in period from 2012-2015, a time when gillnets and small trawls may both be present on some of the fishing grounds. Such measures should offer access incentives to encourage shrimp fishermen to use small trawls rather than gillnets.
- CIRVA **recommends** that boats with longer nets or more than one net should not be allowed to be launched and should be cited as in violation of the law.
- CIRVA **recommends** that the National Fisheries and Aquaculture Commission include the prototype trawl net in the standard and mandate a gradual transition from gillnets to the new trawl net, at a suggested rate of no less than 20% a year over the next five years.
- CIRVA **recommends** that INAPESCA begin a technology transfer program for making these changes feasible and acceptable in fishing communities.
- Once finfish fishing gear that qualifies as vaquita-safe is found to be economically viable, a 2-year phase-in process **is recommended**, as follows:

    - In Year 1,
        - legally certify the gear and create a permitting system for it
        - begin training fishermen in how to use the gear
        - designate areas for exclusive use by fishermen according to the number using gillnets vs the number using the new vaquita-safe gear.
    - In Year 2,
        - continue training and permitting
        - reconfigure the exclusive-use areas such that those where gillnetting is allowed are greatly reduced and restricted to areas thought to be of lowest use by vaquitas.
    - Regardless of the state of development of vaquita-safe finfish fishing gear, gillnets **should be banned** from the vaquita's range by 1 September 2016.

- CIRVA **recommends** that a way be found to make an exception in the case of bycaught vaquitas so that fishermen are encouraged to turn dead vaquitas found in their nets over to authorities for scientific study, without penalty.

Recommendations regarding fishing gear research

- CIRVA **recommends** that research on alternative fishing gear for finfishing not only continue but accelerate.
- CIRVA **recommends** that a rigorous cost:benefit analysis be carried out to evaluate the merits as well as the feasibility of converting pangas from gas to diesel engines.

Recommendations regarding vaquita research

- CIRVA **recommends** that the ongoing efforts led by Jaramillo-Legorreta be continued and expanded in two principal ways: (1) by installing more detectors in parts of the Vaquita Refuge where high densities of vaquitas have been observed but relatively little acoustic data has been obtained to date, and (2) by developing ways to obtain more acoustic data from shallow areas in the northern reaches of the Upper Gulf, possibly through arrangements with fishermen who are willing to install acoustic devices on their nets.
- CIRVA **recommends** that every opportunity be taken for wider monitoring, e.g. using a combination of fixed passive acoustic gear and active towed acoustics recorders, using time/area closures for monitoring in summer months.
- CIRVA **recommends** that analyses be conducted with all available data to improve understanding of micro-habitat use by vaquitas within their range, e.g. differential habitat use by season, tide, etc. Together with data on the location and magnitude of fishing effort, more precise assessments could be made of the vaquita's conservation status.
- CIRVA **recommends** that a validation exercise be conducted in the Atlantis model, specifically to determine what abundance results in 2008 if the model starts with the vaquita abundance estimate from 1997.
- CIRVA welcomed the proposal by Jonathan Gordon to survey shallow water areas for vaquitas using a large sailboat and acoustic gear and **recommends** that relevant permitting agencies facilitate it.

INFORME DE CONDICIÓN Y FICHA DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA

RESERVA DE LA BIOSFERA ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO, SONORA/BAJA CALIFORNIA, 2017



(Delta del Río Colorado, CONANP)

Elaborado por:
Consorcio KANI VE E

Para
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

y

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

CONANP
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Reserva de la Biosfera
ALTO GOLFO DE CALIFORNIA
Y DELTA DEL RÍO COLORADO

TALLER PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME DE CONDICIÓN Y LA FICHA DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO, B.C., 2017

5 y 6 de septiembre de 2017. Ensenada, B.C., México

Universidad Autónoma de Baja California (UAB)
Gorgonio Ruiz Campos
Jorge Ramírez Hernández

UC-Mexus
Catalina López Sagastegui

Centro intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO)
Sergio Pérez

Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
Martha Román

Consultores
María Fernanda Cepeda (Facilitadora)
José Tello (Minuta e Informe)
Ángela Rojas (Informe)

Pronatura A.C.
Alejandra Calvo Fonseca

Sonoran Institue
Tomás Rivas Salcedo

Environmental Defense Fund (EDF)
Héctor A. Licón

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
Martín Sau Cota
Jorge Brambila
José Martín Haro
Eduardo Soto

Coordinación GIZ / Programa BioMar
Juan Carlos Aguilar del Moral



DATOS BÁSICOS DEL ÁREA PROTEGIDA



Categoría:	Reserva de la Biosfera
Nombre del ANP:	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado
Decreto de Declaratoria:	D.O.F. 10 de junio de 1993
Programa de Manejo:	D.O.F. Julio 2007
Superficie:	934,756-25-00 ha
Estado(s) y municipio (s):	Municipios de Mexicali en Baja California y San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco en Sonora
Coordenadas Geográficas	31° 00’ - 32° 10’ N 113° 30’ - 115° 15’ W
Asentamientos humanos	Dentro de los límites de la reserva se ubica el poblado El Golfo de Santa Clara, que es una delegación del municipio de San Luis Río Colorado. En el límite norte del ANP se ubican pequeños asentamientos ejidales con menos de 600 habitantes: el Ejido Luis Encinas Johnson, el Ejido Mesa Rica con dos asentamientos (Mesa Rica 1 y Mesa Rica 2) y el Ejido Flor del Desierto
Población:	En 2010, se registraron 3,967 habitantes para el poblado de El Golfo Santa Clara, Sonora. El ejido Luis Encinas Johnson cuenta con una población de 111 habitantes. La población total de Mesa Rica Dos es de 401 personas (INEGI, 2010)
Ecorregiones:	Golfo de California

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA

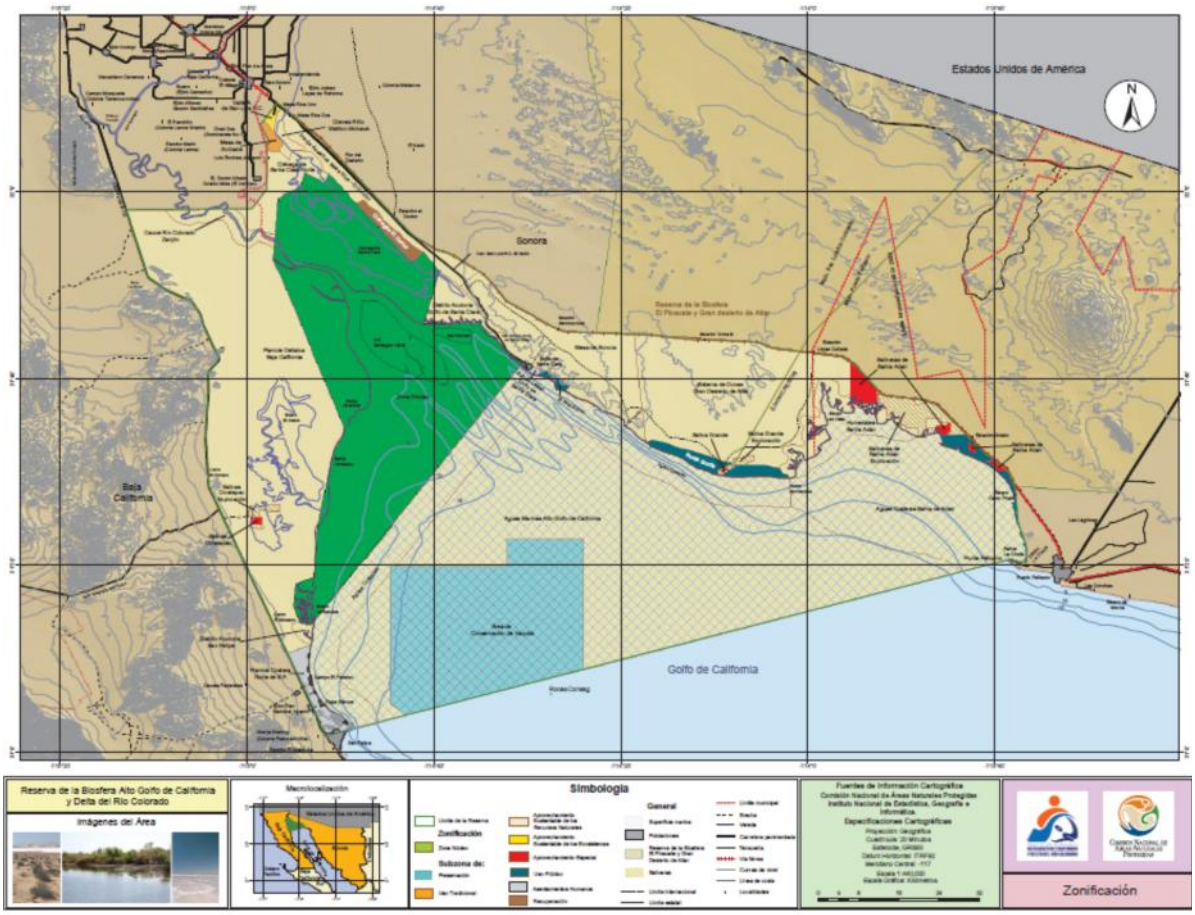


Figura 1. Ubicación de La Reserva de la Biosfera Alto Golfo California y Delta del Río Colorado (CONANP, 2007)

CONTENIDO

Índices de tablas y figuras 6

1. Introducción 7

2. La evaluación ecológica en Áreas Marinas Protegidas: el método de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) 13

3. Ficha de Evaluación Ecológica, 2013 y 2017 16

3.1 Ambiente terrestre/costero 16

3.2 Ambiente marino 17

4. Línea base y área de evaluación 18

5. Reporte extenso de condición ecológica de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado 21

I. AGUA 21

1. Actividades humanas: ¿En qué medida las actividades humanas influyen en la calidad del agua y cómo están cambiando éstas? 22

2. Efectos de los nutrientes: ¿En qué medida las alteraciones en las cargas de nutrientes afectan la salud de los ecosistemas y cómo están cambiando tales cargas? 27

3. Salud humana: ¿En qué medida las condiciones del agua suponen un riesgo para la salud humana y qué cambios se registran en tales condiciones? 30

II. HÁBITAT 32

4. Actividades humanas: ¿Hasta qué punto las actividades humanas influyen en la extensión y calidad del hábitat y qué cambios registran tales actividades? 33

5. Contaminantes: ¿Hasta qué punto los contaminantes presentes en el hábitat afectan los recursos vivos o la calidad del agua y qué cambios se registran en dichos contaminantes? 36

6. Extensión y distribución: ¿En qué medida la alteración del hábitat (incluyendo modificaciones en la extensión y distribución de los principales tipos de hábitat) afecta la salud del ecosistema, y qué cambios se registran en tal alteración? 38

III. RECURSOS VIVOS 41

7. Actividades humanas: ¿En qué medida influyen las actividades humanas en la calidad de los recursos biológicos, y cuáles son los cambios que se observan? 42

8. Extracción de especies: ¿Cuál es el estado que guardan las especies explotadas y cómo están cambiando? 46

9. Especies clave: ¿Cuáles son el estado y las condiciones de las especies clave, y qué cambios presentan? 52

10. Especies en riesgo: ¿Cuáles son el estado y la condición de las especies de preocupación común para la conservación y cómo están cambiando? 64

11. Especies exóticas: ¿Cuál es el estado de las especies exóticas y cómo están cambiando? 68

12. Biodiversidad: ¿Cuál es el estado que guarda la biodiversidad y cómo está cambiando? 73

Referencias bibliográficas 76

Índices de tablas y figuras

Figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ALTO GOLFO CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO (CONANP, 2007) 4
FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA ISLA MONTAGUE-CORE E ISLA PELÍCANO (CONANP, 2007). 8
FIGURA 3. REGIONES HIDROLÓGICAS DE LA RBAGCYDRC (DÍAZ, 2010). 9
FIGURA 4. ENTREGAS DE AGUA DEL RÍO COLORADO, DE EUA A MÉXICO (JORGE RAMÍREZ) 24
FIGURA 5. DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES (MARTHA ROMÁN) 26
FIGURA 6. *GILLICHTHYS DETRUSUS* (TOMÁS RIVAS-SONORAN INSTITUTE) 38
FIGURA 7. *DISTICHILIS PALMERI* (TOMÁS RIVAS-SONORAN INSTITUTE) 38
FIGURA 8. PEZ CACHORRITO DEL DESIERTO (CYPRINODON MACULARIUS) (VISTAALMAR.ES) 43
FIGURA 9. CAPTURA DE PEJERREY, PARA JUGAR, COMO ALIMENTO O CARNADA (SEMARNAT Y CONANP, S/F) 45
FIGURA 10. ESPECIES VEGETALES EXTRAÍDAS: OCOTILLO 46
FIGURA. 11. ESPECIES VEGETALES EXTRAÍDAS: GARAMBULLO 46
FIGURA 12. ESPECIES ABUNDANTES Y DE USO CINEGÉTICO EN LA RBAGCYDRC (WIKIMEDIA.ORG, 2017) 47
FIGURA 13. CALLO ESCARLOPA (SPONDYLUS CALCIFER) (VILLALEJO-FUERTE ET AL. 2015) 48
FIGURA 14. CURVINA GOLFINA (CYNOSCION OTHONOPTERUS) Y SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, INCLUYENDO LA ZONA DE DESOVE DETECTADA (ERISMAN ET AL., 2012; DATAMARES.UCSD.EDU, 2017) 49
FIGURA 15. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS DE CURVINA GOLFINA DURANTE LA TEMPORADA 2017 EN EL GOLFO DE SANTA CLARA, SONORA Y EL INDIVISO B.C. (CEDES, 2017). 50
FIGURA 16. FOTOGRAFÍAS DE ESCARABAJOS TIGRE, REGISTRADOS EN LA ZONA ESTUARINA DE LA RAGCYDRC. 55
FIGURA 17. PEZ CACHORRITO DEL DESIERTO EN SISTEMAS DE HUMEDALES DE LA RESERVA (CEDES, 2017B) 56
FIGURA 18. PALMOTEADOR DE YUMA EN LA CIÉNAGA DE SANTA CLARA (TRIBUNA DE SAN LUIS, 2017) Y HÁBITAT DEL PALMOTEADOR DE YUMA EN LA RBAGYDRC (CONANP Y SEMARNAT, 2010) 57
FIGURA 19. QUIROPTEROFAUNA REPORTADA EN LA REGIÓN DEL DELTA DEL RÍO COLORADO 58
FIGURA 20. EVENTO DE DESOVE DEL PEJERREY EN ÁREAS DE LA RESERVA (SEMARNAT Y CONANP, S/F A) 61
FIGURA 21. PEJERREY EN LA CADENA ALIMENTICIA MARINA (SEMARNAT Y CONANP, S/F A) 62
FIGURE 22. ACTIVIDADES DE PESCA DESDE EL SIGLO PASADO DE LA TOTOABA CON FINES ALIMENTICIOS Y PARA LA EXTRACCIÓN DE LA VEJIGA NATATORIA 62
FIGURA 23. LOCALIDADES Y FRECUENCIAS DE REGISTROS DE TIBURÓN BLANCO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA (GALVÁN-MAGAÑA ET AL., 2010) 66
FIGURA 24. MOJARRA GOLOSA (LEPOMIS MACROCHIRUS), ESPECIE INTRODUCIDA PARA PESCA DEPORTIVA EN LA CUENCA DEL RÍO COLORADO (RUÍZ-CAMPOS ET AL., 2016) 68
FIGURA 25. ESPECIES DE PECES INVASORES EN LOS SISTEMAS DE HUMEDALES DE LA RBAGYDRC (RUÍZ-CAMPOS ET AL., 2016) 69
FIGURE 26 ANFIBIO *XENOPUS LAEVIS* INTRODUCIDA EN EL MUNDO Y POTENCIAL PORTADOR DE “BD”Y SU ISTRIBUCIÓN DE EN EL MUNDO (WIKIMEDIA, 2017) 70
FIGURA 27. ACTIVIDADES DE REMOCIÓN DE PINO SALADO PARA PARA PLANTAR ÁLAMOS, SAUCES Y MEZQUITES (UNIVISION.COM) 71
FIGURA 28. POLIQUETOS INTRODUCIDOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA. A, B) *ALITTA SUCCINEA*, ... 72
FIGURA 29. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y POSICIÓN DE LOS SITIOS DE RECOLECTA DE ZOOPLANCTON (SALDIERNA ET AL., 2014) 74
FIGURA 30. LARVAS DE PECES ENCONTRADAS EN ÁREAS DE LA RESERVA (SALDIERNA ET AL., 2014). 75

Tablas

TABLA I. PRESAS INSTALADAS EN LAS CUENCAS DEL ALTO Y BAJO COLORADO, EE.UU.A. (BUREAU OF RECLAMATION, 2017). 18
TABLA II. ESPECIES INDICADORAS, CLAVE Y FOCALES PARA EL AMBIENTE TERRESTRE/COSTERO DE LA RACGYDRC, SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTOS EN EL TALLER 2017 52
TABLA III. ESPECIES INDICADORAS, CLAVE Y FOCALES PARA EL AMBIENTE MARINO DE LA RBACGYDRC, SEGÚN OPINIÓN DE EXPERTOS EN EL TALLER 2017 59

1. Introducción

La Reserva de la Biosfera Alto Golfo California y Delta del Río Colorado pertenece a la provincia fisiográfica del Desierto Sonorense dentro de la subdivisión del Valle del Bajo Río Colorado. Se ubica al noroeste de la República Mexicana, entre las coordenadas 31°00' y 32°10' latitud norte, y 113°30' y 115°15' longitud oeste, en el norte del Alto Golfo de California y en parte de los municipios de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado (Sonora) y de Mexicali (Baja California) (Figura 1).

En 1974, se organizaron las primeras iniciativas por proteger y conservar los recursos naturales de la zona, lo cual serviría como base para formalizar más adelante su declaración como Reserva en 1993. A través de esta iniciativa, la actual zona núcleo se determina como "zona de Reserva, cultivo y/o repoblación para todas las especies de pesca". Posteriormente, se adelantan estrategias de regularización de las actividades antrópicas como la pesca y acciones de protección para las especies bajo algún grado de amenaza como son la vaquita marina y la totoaba.

El área fue oficialmente decretada como Reserva de la Biosfera el 10 de junio de 1993 y en el año 2000 fue incluida en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) a través del decreto del 7 de junio de 2000 (CONANP, 2007).

La Reserva posee una superficie total de 934,756 ha, donde aproximadamente el 82.5% constituyen la zona de amortiguamiento (771,173.7 ha) y el 17.5% corresponde a la zona núcleo denominada Delta del Río Colorado (163,582.3 ha). La zona de amortiguamiento, en su porción de Baja California, comprende la planicie de inundación del delta entre la carretera Mexicali-San Felipe y la línea de costa, la zona de bajadas al norte de San Felipe y los macizos montañosos de Punta Machorro, El Chinero y Las Pintas. En la porción de Sonora, comprende una pequeña parte del valle agrícola de San Luis Río Colorado, una parte de la Mesa de Andrade, la franja costera del Gran Desierto de Altar, la Mesa de Sonora, la Bahía Adair y los esteros en su línea de costa y las aguas someras del extremo norte del Alto Golfo de California (CONANP, 2007).

La zona núcleo comprende la desembocadura del Río Colorado, en los límites estatales de Baja California y Sonora e incluye el cauce principal, las islas Montague, Gore y Pelícano, la mayor parte de la Ciénega de Santa Clara, los esteros de La Ramada, los canales y zonas someras (CONANP, 2007).

El delta se integra por tres canales que delimitan a las islas Montague-Gore y Pelícano (Figura 2). La Isla Montague está formada por grandes planicies lodosas. En su parte norte, en el sitio conocido localmente como "Y" griega, desemboca el Río Colorado que, al contacto con la isla, se rompe en dos canales: la Baja, al oeste y canal de en medio, del lado de Sonora. En el extremo suroeste de la isla se abre el estero El Chayo y dos kilómetros al noroeste de su boca se encuentra el Faro. En el extremo sureste de la Isla Montague, canal de en medio, se ubica una segunda isla conocida como Isla Pelícano, llamada así por la abundancia de estas aves (CONANP, 2007).



Figura 2. Ubicación de la Isla Montague-Core e Isla Pelícano (CONANP, 2007).

El 60% de la RBAGCDRC corresponde a superficie marina y el 40%, equivale a superficie terrestre, que en su mayoría corresponde a tierras de propiedad de 17 Ejidos, de los cuales 16 tienen frente costero (CONANP, 2007; Díaz, 2010).

Geológicamente, la Reserva en ambiente terrestre está formada por rocas sedimentarias de origen variado, primariamente aluviales, como los depósitos deltaicos del Río Colorado y los llanos El Moreno y El Chinero en la porción costera de Baja California. Estos últimos formados por los escurrimientos de las cuencas Agua Dulce-Santa Clara y Laguna Salada-Arroyo El Diablo. En el ambiente marino, la mayoría de las formaciones de rocas sedimentarias son limolitas y en algunos casos coquinas (CONANP, 2007).

En la Reserva predominan suelos del tipo solonchak, los cuales ocupan grandes planicies y marismas de inundación del delta del Río Colorado y aledañas a esteros y lagunas costeras. Mientras que los suelos tegosoles se distribuyen en forma discontinua a lo largo de la porción este de la Reserva (La Mesa de Sonora, este de Bahía Adair y alrededores de la Estación Gustavo Sotelo) y ocupan una pequeña porción al oeste del Estero La Ramada. El fondo marino está constituido principalmente por sedimentos de grano fino en los que destaca la ocurrencia de limos y arcillas; y hacia la parte central del Alto Golfo de California y frente a la costa de Sonora se encuentran fondos en los cuales predominan las arenas (CONANP 2007).

La topografía continental de la Reserva es regular, caracterizada por amplias planicies de pendientes suaves que se extienden del mar hacia el continente. Los puntos más altos se registran a 200 msnm, que corresponden a la Mesa de Andrade, la Mesa de Sonora, el Cerro Prieto, el Cerro El Chinero, el Cerro Punta El Machorro y algunos pequeños macizos montañosos marginales en la Sierra Las Pintas. El fondo o lecho marino recibe el influjo de los depósitos deltaicos del Río Colorado, es plano y somero, con un promedio de 20 m de profundidad. La topografía es irregular, con una serie de canales y bajos con dirección noroeste-

sureste que son identificados como los bajos El Burro, El Macho y Quelele, entre otros (CONANP 2007).

El clima es de tipo “Muy Seco Cálido”, la temperatura media anual oscila entre 22º y 23º C. El mes más cálido es julio con temperatura media de 32.6º a 32.9º C y el mes más frío es enero con una media de 14º C. Las precipitaciones anuales son muy bajas oscilando entre 32.3 y 75.8 mm, el mes más lluvioso es diciembre con una media mensual de 13 mm (Díaz, 2010).

Se han determinado tres regiones hidrológicas (RH): la RH4 Baja California Noreste (Laguna Salada o Macuata), la RH7 Río Colorado y la RH8 Sonora Norte, las cuales drenan hacia el Golfo de California (Figura 3). La RH4, presenta un coeficiente de escurrimiento de 5 - 10%, se localiza en el oeste de la Reserva, desde el Puerto de San Felipe hasta la desembocadura del Río Colorado, frente a la porción sur de Isla Montague y se divide en las cuencas Agua Dulce-Santa Clara y Laguna Salada-Arroyo El Diablo. La RH7 comprende la desembocadura del Río Colorado y se divide en dos cuencas: el margen derecho (este), Bacanora-Mejorada, con un coeficiente de escurrimiento de 0 - 5% y el margen izquierdo (oeste), con un coeficiente de escurrimiento de 5 - 10% (Río Colorado). En el margen derecho, ocurren afloramientos de agua dulce (Ciénegas El Doctor) que han dado origen a ambientes lénticos. La RH8, drena hacia el mar en la región comprendida entre Puerto Peñasco y El Golfo de Santa Clara, particularmente por la cuenca del Gran Desierto de Altar-Río Bamori, con un coeficiente de escurrimiento de 0 - 10% (CONANP, 2007).

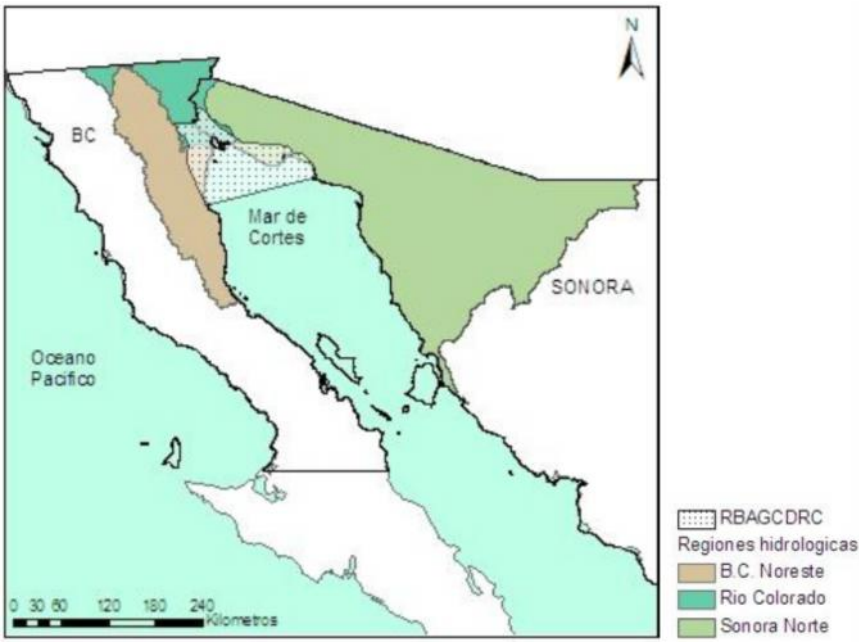


Figura 3. Regiones hidrológicas de La RBAGCyDRC (Díaz, 2010).

La Reserva presenta 18.75% del total de los tipos de vegetación descritos por Rzedowski (1978) para México, por lo que se considera que cuenta con una gran diversidad de ambientes, ya que tiene vegetación marina, de marismas, de dunas, de desiertos arenosos, vegetación halófita, vegetación acuática emergente y matorral inerme; además tiene áreas sin vegetación aparente y otras con vegetación secundaria arbustiva (CONANP, 2007). Entre las especies más relevantes se encuentran *Ambrosio dumosae, Larreetum tridentatae, Echinocereo engelmannii,*

*Agavetum deserti, Hymenocleo salsolae, Daleetum spinosae, Atriplici polycarpae, Frankenietum palmen (*Díaz, 2010).

Las especies endémicas que han sido registradas corresponden a: *Agave deserti* subsp. *pringlei, A. moranii, Ambrosia flexuosa, Argemone subintegrifolia, Brickellia vollmeri, Camissonia claviformis yumae, Chorizanthe inequalis, Croton wigginsii, Dalea juncea, D. orcuttii, Dimorphocarpa pinnatifida, Distichlis palmeri, Encelia ravenii, Eriogonum galioides, Haplopappus spinulosus* subsp. *scabrellus, Heterotheca thiniicola, Hoffmanseggia peninsularis, Hymenoclea platyspina, Opuntia cineracea, Pachycormus discolor* var. *discolor, Physalis crassifolia* var. *infundibularis, Pholisma sonorae, Sibara angelorum, Sideroxylon leucophyllum, Stephanomeria schottii, Suaeda puertopenascoa* y *Verbesina palmen* (CONANP, 2007; Díaz, 2010).

Entre la fauna de invertebrados, se han registrado 236 especies de macrocrustáceos incluyendo especies bentónicas, nectónicas y planctónicas. En cuanto a los moluscos, los más abundantes pertenecen a la clase Pelecipoda con 61 especies de 26 familias, como *Arcidae*, *Lucinidae*, *Cardiidae*, *Veneridae*, *Tellinidae* y *Semelidae*. La clase Gasteropoda tiene 35 especies de 20 familias, entre las cuales están: *Turritellidae*, *Naticidae*, *Crepidulidae*, *Nassariidae* y *Olividae*; y la clase Cefalopoda (calamares y pulpos) está representada por 6 especies de 2 familias (CONANP, 2007).

En vertebrados se han reportado en el Alto Golfo 111 especies de peces, de 586 registradas para el Golfo de California. Hay 11 especies que se restringen a la parte norte del golfo: tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), tiburón leopardo (*Triakis semifasciata*), raya de California (*Raja inornata*), gavilán (*Myliobatis californica*), lenguado (*Xystreurys liolepis*), sargo (*Aniostremus davidsoni*), curvina blanca (*Cynoscion nobilis*), curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), chano norteño (*Micropogonias megalops*), pez escorpión (*Scorpaena guttata*) y pescada (*Stereolepis gigas).* Las especies endémicas en aguas someras son: el chupalodo chico (*Gillichthys seta*), el gobio (*Ilypnus luculentos*) y el gruñón o pejerey del delta (*Colpichthys hubbsi*) y la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) como especie endémica del Golfo de California, la cual fue incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) bajo la categoría de En Peligro de Extinción. Dadas las modificaciones del régimen hidrológico del delta, de 8 especies dulceacuícolas registradas a principios del siglo XX en el bajo Río Colorado, actualmente solo se encuentra el pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*). Los demás registros de especies corresponden a 13 especies exóticas, entre ellas (*Micropterus salmoides, Cyprinus carpio*) y tres invasoras marinas: *Elops affinis*, *Mugil cephalus* y *Gillichthys mirabilis* (CONANP, 2007).

Para anfibios y reptiles se encuentran 16 familias, 35 géneros y 46 especies. La familia con mayor representación es *Colubridae* con aproximadamente 16 especies. Entre los reptiles se encuentran la iguana del desierto (*Dipsosaurus dorsalis*), la perrita o lagartija cola de zebra (*Callisaurusdraconoides draconoides*), el camaleón del Gran Desierto (*Phrynosoma mcallii*) y en anfibios se registran *Lithobates catesbeianus, Lithobates yavapaiensis,* y como especies endémica *Bufo woodhousii woodhousii.* Existen registros de tortugas marinas que se presentan desde las aguas del Alto Golfo hasta el cauce principal en la desembocadura del Río Colorado. Algunas de las especies que potencialmente se distribuyen en la Reserva son la tortuga perica (*Caretta caretta*), la prieta o verde (*Chelonia mydas*), la siete filos o laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) (CONANP, 2007).

En la avifauna se han registrado más de 315 especies terrestres y acuáticas, entre residentes y migratorias. Se distribuyen principalmente en cuerpos de agua someros o humedales como la Ciénega de Santa Clara, Ciénegas El Doctor y la desembocadura del Río Colorado en los alrededores de las islas Montague y Pelícano, Bahía Adair y planicies al norte de San Felipe. Especies relevantes debido a su estatus de conservación son: águila pescadora (*Pandion haliaetus*), águila calva (*Haliaeetus leucocephalus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*), pelícano pardo (*P. occidentalis*), gaviota (*Larus delawarensis*), golondrina de mar menor (*Sterna antillarum*), cormorán (*Phalacrocorax auritus*), pato (*Anas crecca*), ganso canadiense (*Branta canadensis*), gallareta (*Fulica americana*), palmoteador de Yuma o rascón picudo de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis*) y ralito negro (*Laterallus jamaicensis coturniculus*). Algunas de las aves terrestres migratorias registradas son los mosqueros (*Empidonax* spp.), el chipe amarillo (*Dendroica petechia*), la tangara rubra (*Piranga rubra*), el picogordo azul (*Passerina caerulea*) y el palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) (CONANP, 2007).

Finalmente, en mamíferos marinos se han registrado al menos 18 especies de mamíferos marinos, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) en diferentes categorías de riesgo: *Baleanoptera acutorostrata* (ballena minke), *Baleanoptera musculus* (ballena azul), *Baleanoptera physalus* (ballena de aleta), *Delphinus capensis* (delfín común de rostro largo), *Eschrichtius robustus* (ballena gris), *Globicephala macrorhynchus* (ballena piloto), *Grampus griseus* (delfín de Risso), *Kogia breviceps* (cachalote pigmeo), *Megaptera novaeangliae* (ballena jorobada), *Mesoplodon* sp. (ballena enana de pico), *Orcinus orca* (orca), *Phocoena sinus* (vaquita, vaquita marina o marsopa del Golfo de California), *Physeter macrocephalus* (ballena de esperma o cachalote), *Steno bredanensis* (delfín de dientes rugosos), *Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella o tonina), *Zalophus californianus* (lobo marino), *Ziphius cavirostris* (zífido de Cuvier) (CONANP, 2007).

Para mamíferos terrestres no se cuentan con estudios actuales, por lo tanto la información que se conoce es de registros en su mayoría históricos. El grupo más diverso es el de roedores con 23 especies y 38 subespecies. Los insectívoros están representados por la musaraña (*Notiosorex crawfordi*). Los carnívoros registrados son coyote (*Canis latrans mearnsi*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus californicus* y *U. cinereoargenteus scottii*), zorrita del desierto (*Vulpesvelox macrotis*), gato montés (*Lynx rufus baileyi*), puma o león (*Puma concolor browni*), zorrillos (*Mephitis mephitis estor*, *Spilogale putorius martirensis* y *Spilogale putorius leucoparia*), tejón (*Taxidea taxus berlandieri*) y mapache (*Procyon lotor pallidus*). De los artiodáctilos, se tienen registros históricos de la presencia de siete subespecies: venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus* y *O. hemionus fuliginatus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*), berrendo (*Antilocapra americana sonoriensis* y *A. americana peninsularis*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates* y *O. canadensis mexicana*) (CONANP, 2007).

En la Reserva actualmente no existen asentamientos o poblados indígenas, sin embargo se han localizado otros vestigios que son evidencia de actividad humana prehistórica de las culturas Yumana, Hakataya, Cucapá, O'odham (CONANP, 2007).

La zona de la Reserva ha sido transformada desde la colonización del suroeste de los Estados Unidos de América, a través de las poblaciones del Valle Imperial, en Arizona, y el Valle de Mexicali, en el territorio de Baja California. Entre los hechos que han impactado la zona, ha sido la construcción de las presas en México y a lo largo de la ruta del Río Colorado. Algunos de

los ejemplos fue el desarrollo de la presa Morelos, Hoover y Glen Canyon, con lo cual se modificaron las características del paisaje, funcionalidad y productividad del delta (CONANP, 2007).

Entre las actividades antrópicas relevantes se encuentra la pesca, la cual tomó fuerza al reducirse el comercio a través del Río Colorado. Con el origen de esta actividad se fundaron los tres principales asentamientos: Punta Peñasco (Puerto Peñasco) y San Felipe ubicados en la Zona de Amortiguamiento y el campo pesquero El Golfo de Santa Clara que es el único dentro de la Reserva. En el límite norte del ANP se ubican pequeños asentamientos ejidales entre los que se mencionan el Ejido Luis Encinas Johnson, el Ejido Mesa Rica con dos asentamientos (Mesa Rica 1 y Mesa Rica 2) y el Ejido Flor del Desierto (CONANP, 2007). Debido al crecimiento demográfico y ausencia de programas de planificación, se aceleró la demanda de servicios públicos de electricidad y agua, así como la sobre explotación de los recursos naturales y la posterior crisis económica para los pobladores (Díaz y Ojeda, 2013).

Entre otras actividades antrópicas se encuentra el desarrollo urbano-turístico a gran escala para las áreas de Bahía La Cholla en Puerto Peñasco y al norte de San Felipe en donde se han establecido más de 20 sitios turísticos (CONANP, 2007). En su mayoría estas construcciones no han tenido planificación y han originado impactos como la pérdida de cubierta vegetal, escasez de agua, sobreexplotación de especies marinas, reducción de productos de pesca y contaminación (Díaz y Ojeda, 2013). A esto se deben sumar los asentamientos irregulares originados por el conflicto entre ejidatarios y colonos por la tenencia de la tierra, lo cual aumenta presión sobre toda el área, modificando el paisaje y su funcionalidad.

2. La evaluación ecológica en Áreas Marinas Protegidas: el método de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)[1]

En 2007, expertos de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN), con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), acordaron realizar un proyecto piloto destinado a integrar fichas de evaluación ecológica e informes de condiciones para las Áreas Marinas Protegidas (AMP) de América del Norte. Los tres países del subcontinente seleccionaron la región de Baja California al mar de Bering para esta iniciativa conjunta de conservación marina, ya que enlaza los entornos marinos de los tres países y ofrece oportunidades de colaboración concretas.

El enfoque de la evaluación ecológica que se emplea en este documento es una adaptación para América del Norte del "monitoreo del sistema completo" (System-Wide Monitoring, SWiM), usado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) de Estados Unidos para los santuarios marinos de aquel país.

Dos características principales distinguen este enfoque:

1. Se basa en un marco ecosistémico que se puede adaptar a cualquier área marina protegida y puede servir como punto de partida para formular programas de monitoreo y comunicar información.
2. Ofrece flexibilidad, ya que consta de una serie de pasos para crear o mejorar un programa de elaboración de informes, ya sea para un sitio, un grupo de sitios o incluso tipos específicos de recursos naturales (por ejemplo, mamíferos marinos) o aspectos determinados (por ejemplo, eficacia de los parques marinos).

La ficha de evaluación ecológica y el correspondiente informe de condición, están estructurados en torno a una serie de preguntas, con calificaciones bien definidas, que responden a las diversas necesidades de registro de información, tanto en los propios sitios como fuera de las fronteras nacionales. El proceso tiene por objeto integrar un modelo de monitoreo detallado, con datos específicos y la necesidad de crear una estructura de registro global que permita fortalecer los vínculos entre los tres países (Canadá, Estados Unidos y México).

Una ficha de evaluación ecológica marina es un recurso visual en el que se resumen las condiciones de tres elementos fundamentales: agua, hábitat y recursos vivos. Las fichas de evaluación ecológica se basan en 12 preguntas estandarizadas sobre estos tres elementos. Para responder a estas preguntas se usan dos tipos de calificación: uno se refiere a la condición actual y otro a las tendencias futuras. En el primer caso, una escala de cinco puntos codificado por colores describe el estado actual del sitio, es decir, sus condiciones en el presente, calificándolo de acuerdo con una escala que va de crítico (lo peor que podría estar) a superior (lo mejor que podría estar), o bien sin determinar, cuando no es posible emitir un dictamen en consenso.

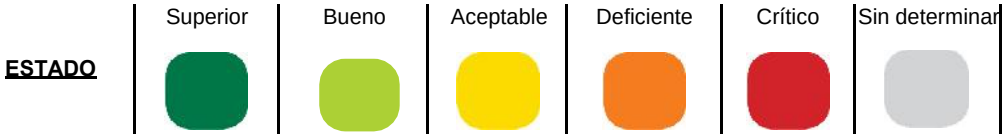
1 Comisión para la Cooperación Ambiental. 2011. Guía para la elaboración de fichas de evaluación ecológica, en áreas marinas protegidas de América del Norte. Canadá.

La otra escala de calificación se refiere a las tendencias futuras en las condiciones y consta de cinco puntos que van desde *en rápida mejoría* hasta *en rápido deterioro* (probablemente se alcance un estado distinto en cinco años), pasando por *estable* (es poco probable que sufra cambios más allá de la variación normal), o bien *incierto*, cuando no hay suficiente información para emitir una evaluación en consenso. Las tendencias se representan con símbolos.

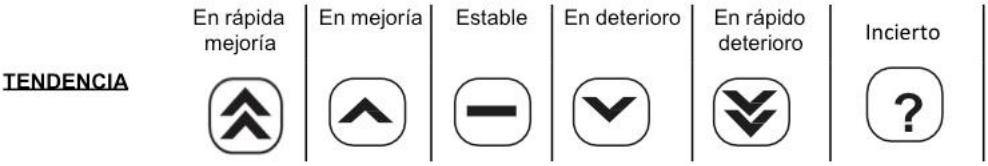
El informe de condiciones es un texto en el que se resume tanto el estado actual de las condiciones ecológicas como las tendencias que dichas condiciones presentan en un sitio determinado. En él se da respuesta detallada a las 12 preguntas específicas y se justifican las calificaciones a las que se llegó por consenso con un grupo de expertos, basándose en la mejor información disponible, recursos bibliográficos y fotográficos diversos; las observaciones personales de los expertos se compartieron a manera de comunicación personal, durante el taller de expertos del 5 y 6 de septiembre de 2017. Se presenta información fácilmente comprensible y precisa.

Colores, símbolos y enunciados estandarizados

Escala de colores para determinar el estado del sitio (con relación a las 12 preguntas estandarizadas)



Símbolos para determinar la tendencia del sitio (con relación a las 12 preguntas estandarizadas)



Definición de la escala para calificar la tendencia

Enunciado sobre la tendencia	Calificación
Aparentemente, las condiciones están cambiando a un ritmo que conducirá a un mejor estado en cinco años.	En rápida mejoría
Las condiciones están mejorando.	En mejoría
Dentro de los límites de la variación normal, no se prevén cambios sistemáticos debido a fuentes antropogénicas o de otra índole.	Estable
Las condiciones están empeorando.	En deterioro
Aparentemente, las condiciones están cambiando a un ritmo conducirá a un deterioro del estado actual en cinco años.	En rápido deterioro
No hay suficiente información para establecer una tendencia fundamentada o los datos que se dispone son muy variables y no puede distinguirse una tendencia clara.	Incierto

3. Ficha de Evaluación Ecológica, 2013 y 2017

3.1 Ambiente terrestre/costero

RECURSOS		2013	2017
AGUA	1. Actividades humanas		
	2. Efectos de los nutrientes		
	3. Salud humana		
HÁBITAT	4. Actividades humanas		
	5. Contaminantes		
	6. Extensión y distribución		
RECUROS VIVOS	7. Actividades humanas		
	8. Extracción de especies		
	9. Especies clave		
	10. Especies en riesgo		
	11. Especies exóticas		
	12. Biodiversidad		

ESTADO	Superior	Bueno	Aceptable	Deficiente	Crítico	Sin determinar
TENDENCIA	En rápida mejoría	En mejoría	Estable	En deterioro	En rápido deterioro	Incierto
	⏫	🔼	➖	🔽	⏬	❓

3.2 Ambiente marino

RECURSOS		2013	2017
AGUA	1. Actividades humanas		
	2. Efectos de los nutrientes		
	3. Salud humana		
HÁBITAT	4. Actividades humanas		
	5. Contaminantes		
	6. Extensión y distribución		
RECUROS VIVOS	7. Actividades humanas	?	
	8. Extracción de especies	?	
	9. Especies clave	?	
	10. Especies en riesgo		
	11. Especies exóticas		
	12. Biodiversidad	?	

ESTADO	Superior	Bueno	Aceptable	Deficiente	Crítico	Sin determinar
TENDENCIA	En rápida mejoría	En mejoría	Estable	En deterioro	En rápido deterioro	Incierto

4. Línea base y área de evaluación

Línea base

Se estableció como línea base o época de referencia, las décadas de los 30 y 40. Aunque el Río Colorado y sus afluentes comenzaron a ser represados desde 1903, resalta la construcción de la presa Hoover (1931-1936), que tiene una capacidad de embalse de 35.3 km^3; cuando terminó de construirse se convirtió en la presa más alta construida hasta ese momento. Actualmente, se considera que la hidroeléctrica de esta presa, es la segunda más importante en generación eléctrica en el mundo, al producir 84,000 millones de kilowatt-horas (KWh) por año (Sykes, 1937; Turner et al. 2016; Bureau of Reclamation, 2017).

El represamiento en la cuenca alta y baja del Río Colorado, fue un proceso continuo desde 1903 hasta 1994 (Tabla I), que cambió de manera definitiva el sistema hidrográfico de este río y sus afluentes, la calidad de agua, transporte de sedimentos y nutrientes, etc. Asimismo, desde el año 2012 se estableció una cuota de agua para el ambiente, que consiste en asegurar un volumen mínimo de agua, destinada para los ecosistemas (no puede ser usada para riego ni ninguna otra actividad antrópica). Los cambios en los sistemas naturales derivados del represamiento, pueden ser mitigados, pero no revertidos (Ramírez-Hernández *et al*., 2013).

Tabla I. Presas instaladas en las cuencas del Alto y Bajo Colorado, EE.UU.A. (Bureau of Reclamation, 2017).

Región	Estado	Nombre de la presa	Año original de construcción	Año de rehabilitación o última modificación
Bajo Colorado	Arizona	Theodore Roosevelt Dam	1903-1911	1986-1996
Bajo Colorado	California y Arizona	Laguna Diversion Dam	1905	
Alto Colorado	Nuevo México	Avalon Dam	1907	1936
Alto Colorado	Wyoming	Eden Dam	1910	1959
Bajo Colorado	Arizona	Granite Reef Diversion Dam	1906-1908	
Alto Colorado	Nuevo México	Elephant Butte Dam	1912-1916	
Alto Colorado	Colorado	Garnet Diversion Dam	1914	
Bajo Colorado	Arizona	Mormona Flat Dam	1923-1926	1969-1972
Bajo Colorado	Arizona	Horse Mesa Dam	1924-1927	1972
Bajo Colorado	Arizona	Camp Dryer Diversion Dam	1926	1992
Alto Colorado	Utah	Echo Dam	1927-1931	
Bajo Colorado	Arizona	Stewart Mountain Dam	1928-1930	1988-1992
Bajo Colorado	Arizona y Nevada	Hoover Dam	1931-1936	
Alto Colorado	Nuevo México	El Vado Dam	1933-1935	
Alto Colorado	Nuevo México	Angostura Diversion Dam	1934	1958

Alto Colorado	Nuevo México	Isleta Diversion Dam	1934	1955
Alto Colorado	Nuevo México	San Acacia Diversion Dam	1934	1957
Alto Colorado	Utah	Hyrum Dam	1934-1935	
Alto Colorado	Utah	Pineview Dam	1934-1937	
Bajo Colorado	California y Arizona	Parker Dam	1934-1938	
Alto Colorado	Colorado	Taylor Park Dam	1935-1937	
Alto Colorado	Utah	Midview Dam	1935-1937	
Alto Colorado	Utah	Moon Lake Dam	1935-1938	
Alto Colorado	Nuevo México	Summer Dam	1936-1937	
Bajo Colorado	California y Arizona	Imperial Diversion Dam	1936-1938	
Alto Colorado	Nuevo México	Caballo Dam	1936-1938	
Bajo Colorado	Arizona	Bartlett Dam	1936-1939	1994-1996
Alto Colorado	Nuevo México	American Diversion Dam	1938	
Alto Colorado	Colorado	Fruitgrowers Dam	1938-1939	
Alto Colorado	Colorado	Vallecito Dam	1938-1941	
Alto Colorado	Utah	Deer Creek Dam	1938-1941	
Alto Colorado	Colorado	Dry Creek Diversion Dam	1940	
Alto Colorado	Utah	Newton Dam	1941-1946	
Alto Colorado	Wyoming	Big Sandy Dam	1941-1952	
Alto Colorado	Colorado	Jackson Gulch Dam	1942-1949	
Bajo Colorado	Arizona y Nevada	Davis Dam	1942-1950	
Alto Colorado	Utah	Scofield Dam	1943-1946	
Bajo Colorado	Arizona	Horseshoe Dam	1944-1946	1993
Alto Colorado	Colorado	Platoro Dam	1949-1951	
Alto Colorado	Utah	Broadhead Diversion Dam	1953	
Alto Colorado	Utah	Wanship Dam	1954-1957	
Alto Colorado	Arizona	Glen Canyon Dam	1956-1966	
Bajo Colorado	California y Arizona	Palo Verde Diversion Dam	1957	
Alto Colorado	Colorado	Vega Dam	1957-1959	
Alto Colorado	Nuevo México	Navajo Dam	1957-1963	1970
Alto Colorado	Utah	Arthur V. Watkins Dam	1957-1964	
Alto Colorado	Nevada	Upper Slaven Diversion Dam	1958	
Alto Colorado	Utah	Flaming George Dam	1958-1964	1984
Alto Colorado	Colorado	Paonia Dam	1959-1962	
Alto Colorado	Utah	Steinaker Dam	1959-1962	
Alto Colorado	Colorado	Crawford Dam	1960-1962	
Alto Colorado	Colorado	Lemon Dam	1961-1963	
Alto Colorado	Wyoming	Fontenelle Dam	1961-1964	
Alto Colorado	Colorado	Blue Mesa Dam	1962-1966	
Alto Colorado	Utah	Causey Dam	1962-1966	
Alto Colorado	Utah	Joes Valley Dam	1963-1966	
Alto Colorado	Utah	Lost Creek Dam	1963-1966	
Alto Colorado	Colorado	Morrow Point Dam	1963-1968	1970

Bajo Colorado	Arizona	C.C.Cragin	1964	1974
Bajo Colorado	California	Senator Wash Dam	1964-1966	2004
Alto Colorado	Utah	East Canyon Dam	1964-1966	
Alto Colorado	Utah	Huntington North Dam	1964-1966	
Alto Colorado	Colorado	Rifle Gap Dam	1964-1967	
Alto Colorado	Colorado	Silver Jack Dam	1966-1971	
Alto Colorado	Wyoming	Meeks Cabin Dam	1966-1971	
Alto Colorado	Nuevo México	Heron Dam	1967-1971	
Alto Colorado	Utah	Starvation Dam	1970	
Alto Colorado	Utah	Soldier Creek Dam	1970-1974	
Alto Colorado	Colorado	Crystal Dam	1972-1977	
Alto Colorado	Utah	Currant Creek Dam	1974-1975	
Alto Colorado	Nuevo México	Nambe Falls Dam	1974-1976	
Alto Colorado	Utah	Stateline Dam	1977-1979	
Alto Colorado	Utah	Red Fleet Dam	1977-1980	
Alto Colorado	Colorado	Ridgway Dam	1978-1987	
Alto Colorado	Colorado	McPhee Dam	1983-1984	
Alto Colorado	Utah	Upper Stillwater Dam	1983-1987	
Alto Colorado	Nuevo México	Brantley Dam	1984 -1989	
Alto Colorado	Utah	Jordanelle Dam	1987-1992	
Bajo Colorado	Arizona	New Waddell Dam	1987-1994	
Alto Colorado	Colorado	Ridges Basin Dam	2005-2007	

Área de evaluación

El grupo de especialistas acordó evaluar tanto el ambiente terrestre-costero (incluidos los humedales) y zona marina.

5. Reporte extenso de condición ecológica de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado

I. AGUA



Ciénega de Santa Clara (borderlandswanderlust.wordpress.com, 2017)

1. Actividades humanas: ¿En qué medida las actividades humanas influyen en la calidad del agua y cómo están cambiando éstas?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

El grupo de expertos calificó el estado como **deficiente**. Se presentó evidencia sobre la severa disminución del flujo de agua en el delta del Río Colorado (Lomelí, 2015 y 2016). La falta de asignación de flujos de agua ha afectado a los ecosistemas y a la biodiversidad, aunado a los impactos por la construcción de bordos que inciden directamente en la desecación de zonas bajas, otra las cusas de influencia humana es la conversión de zonas de humedales en zonas agrícolas, así como la composición geomorfológica de la planicie de inundación, entre otras. (Cortés-Lara, 1999; Sanjurjo-Rivera y Carrillo-Guerrero, 2006; Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). En este sentido, existe evidencia del bombeo subterráneo en los valles agrícolas de Mexicali y San Luis Río Colorado, que posteriormente se descarga en los drenes en zonas aledañas a las costas (observación personal del Ecól. Martín Sau, 2017).

Asimismo, se ha perdido conectividad del ecosistema ripario y del flujo epicontinental, se ha detectado presencia de hidrocarburos, clorídeos y fosfatos, además de toxafeno, utilizado como agroquímico en el valle de Mexicali. También se ha documentado el cambio en los patrones de migración río arriba de peces eurihalinos (periféricos) por fluctuaciones en los niveles del flujo del río (Minckley y Deacon, 1991). Los vertimientos de contaminantes agrícolas, pesticidas organoclorados (hoy prohibidos) que se usaron en los 70 y 80 (y persisten en agua, sedimentos y biota), además de los pesticidas usados en la actualidad (organofosfato, carbamato y piretroide) en los cauces que descargan en el Estero (Drenes en el delta del Río Hardy-Colorado) fueron documentados recientemente por Garcia-Hernandez *et al*. (2016). Otros de los impactos detectados a través de muestreos de plaguicidas, es la presencia de Endosulfán i y Endosulfán ii en la zona estuarina (punto del canal piloto) (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017). Finalmente, La reducción del flujo de agua ha provocado mayor pérdida de agua por evapotranspiración y mayor salinidad, que son condiciones propicias para la invasión de especies exóticas como la planta perene *Typha domingensis* (Glenn, 1995).

Otros efectos puntales de la actividad antrópica han estado relacionados con las plantas de procesamiento de medusa bola de cañón, debido al vertimiento de agua residual hipersalina, mezclada con productos químicos, al Golfo de Santa Clara. Así como los escurrimientos de aguas residuales en los campos pesqueros en temporada de curvina golfina (observación personal del M.C. Héctor Licón, 2017).

En base al análisis sobre la diversificación de actividades económicas en las comunidades del Golfo de Santa Clara, se documentó que la instalación de biodigestores ha reducido considerablemente las descargas de materia fecal (filtraciones). Además, se comentó

que en coordinación con las empresas mineras en el Puerto de San Felipe y en la costa Norte de Sonora (Minera Real de Ángeles-unidad San Felipe y Mina La Herradura) (corredor bilógico y pesquero Puerto Peñasco-Puerto lobos) se analizan posibles nuevos impactos en la calidad del agua en el ANP, así como en el área de amortiguamiento (Ávila-Martínez y Ricárdez-García, 2017; Ricárdez-García, 2017).

A pesar de los grandes impactos por represamiento, se argumentó que a los humedales del delta del Río Colorado se les han otorgado diversos reconocimientos relacionados con su estado de conservación: sitio de interés nacional e internacional dentro de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP), área de importancia dentro del Plan de Manejo de Aves Acuáticas de Norteamérica, Área de Importancia para la Conservación para Aves (AICA), Región Prioritaria para la Conservación de CONABIO (Región Hidrológica) y sitio Ramsar. Todos estos reconocimientos se basan en la importancia ecológica de las comunidades naturales de condiciones deltaicas históricas y humedales semi-naturales de gran relevancia binacional, como la Ciénega de Santa Clara (FIR-Ramsar, 2001).

A pesar de la reducción en el flujo del caudal del río y presencia de contaminantes, los humedales de Santa Clara y el Doctor, se mantienen estables en cuanto a la calidad y flujo del agua, lo que implica condiciones mínimas de funcionalidad como sitios de descanso y permanencia de especies, como el pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*) (CEDES, 2017b). Se indicó que, en materia de calidad del agua, en la Ciénega de Santa Clara se han detectado contaminantes, pero no se han registrado efectos recientes en la biota. Asimismo, en los humedales del Doctor hay carencia de información para hacer un diagnóstico, pero se observa pisoteo y desechos del ganado, extracción de agua y vertimiento de materia fecal. Sin embargo, no se observa deterioro y parece existir estabilidad en espejo de agua y en la vegetación (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017). Incluso hubo consenso del grupo de expertos sobre la posibilidad que el estado de los humedales sea aceptable.

Tendencia

Los participantes en el taller calificaron la tendencia como **disminuyendo.** Debido a la disminución en el flujo del agua del río colorado ya no se observarán flujos extraordinarios, solo lo que dicta el tratado (1,850 millones de m^3) al año. La posibilidad de que haya excedentes disminuye debido a la mayor demanda de agua en las ciudades. De tal forma que, si el agua que se descargaba en los drenes va a ser menor, la disponibilidad del agua para el medio ambiente será aún más escasa (Carrera, 2015) (figura 4).

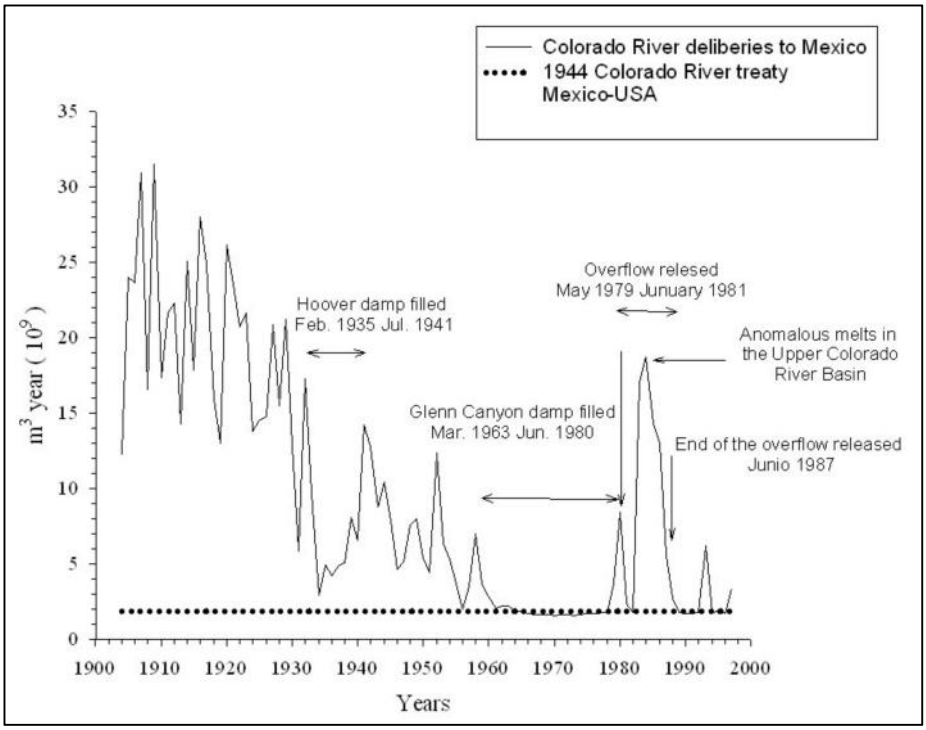


Figura 4. Entregas de agua del Río Colorado, de EUA a México (Jorge Ramírez)

Las fluctuaciones en los niveles de agua y disminución del flujo base del Río Colorado (derivadas de obras hidráulicas cuenca arriba) han: a) fomentado la invasión de especies exótica (Olden y Poff, 2005); b) producido cambios en el gradiente de salinidad en el sistema costero-estuarino-riberino (Glenn, 1995); c) limitado la migración río arriba de peces eurihalinos de origen marino (Minckley y Deacon, 1991); d) alterado la descarga de nutrientes (Galindo-Bect *et al*., 2007). Al no haber indicios de que este contexto se modifique, se estima que las condiciones continuarán disminuyendo.

Se ha analizado la eficiencia hidráulica del humedal artificial Las Arenitas mismo que ha elevado el caudal del Río Hardy pero ha impactado negativamente en la calidad del agua; el manejo del recurso hídrico tampoco ha sido idóneo, ya que, por ejemplo, se ha afectado la crianza de camarón (Trejo, 2012).

Como consecuencia de la repartición del recurso del acuífero de San Luis Río Colorado, ha habido un incremento de las actividades agrícolas en esa zona (datileras, espárragos, uvas, etc.). Al aumentar la extracción de agua en ese punto se limita el flujo hacia Santa Clara y otros humedales, por lo que en el futuro se prevé menor disponibilidad de agua (Carrera, 2015).

Asimismo, se requiere mayor conocimiento de la dinámica hidrológica de los humedales del Doctor, así como estudios sobre el impacto de la ganadería sobre los mismos. De igual forma, se señaló la necesidad de tener mayor conocimiento sobre el impacto de la actividad minera sobre la Reserva y su zona de amortiguamiento.

Por último, se comentó que los mecanismos derivados de los acuerdos binacionales, como el fideicomiso para comprar derechos de uso de agua para el ambiente (Turner *et al*., 2016) o la operación de un planta de-saladora para reemplazar flujos faltantes en la Ciénega de

Santa Clara (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010), son elementos positivos que deben fortalecerse.

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **crítico**. Durante el pasado siglo ha habido una dramática modificación del delta del Río Colorado, debido al represamiento y desvío del agua para uso en actividades humanas. Estas alteraciones han eliminado la descarga de agua dulce al Golfo de California y se ha transformado radicalmente un estuario en un estuario negativo (Carriquiry *et al*., 2011; Bect *et al*., 2011).

La afectación de los flujos del río ha repercutido en la salud de los humedales y en los aportes de nutrientes que desembocaban al mar, lo que ha tenido efectos sobre las pesquerías del Golfo de California. Se han afectado los ciclos reproductivos y el desarrollo larval de especies de invertebrados, y en particular de la curvina golfina y la totaba. Al reducirse humedales y espejos de agua se afecta la llegada de aves migratorias costero-marinas (CONANP, 2007).

Sin embargo, se señaló que existe una evidencia que cuestiona la relevancia de los volúmenes del caudal del río como parámetro para valorar el estado del ecosistema. Brusca *et al.* (2017) señalan que el ecosistema se ha adaptado a fluctuaciones y altos niveles de salinidad en el río y que las mediciones de volúmenes de agua cruzando la frontera no son un proxy confiable de la cantidad de agua que llega al mar, debido al complejo sistema hidrológico de la región (Brusca *et al*., 2017).

Adicionalmente, se han detectado afectaciones muy localizadas con relación a las aguas residuales derivadas de las maniobras y embarque de medusa bola de cañón en la costa frente a Santa Clara (vertimiento de agua residual en la zona inter-mareal). Así como la contaminación del campo pesquero en el zanjón durante la temporada de curvina y totoaba (descarte de vísceras, basura doméstica y fecalismo al aire libre). Sin embargo, no se cuenta con estudios que midan el impacto de estas actividades sobre el ambiente marino, aunque se considera que no representa afectaciones generalizadas (observación personal del M.C. Héctor Licón, 2017) (Figura 5).



Figura 5. Descarga de aguas residuales (Martha Román)

Tendencia

Los expertos calificaron la tendencia como **estable**. Se indicó que las actividades humanas (agricultura, minería, ganadería, etc.) han ocasionado cambios hidrológicos drásticos en el estuario y también han ocasionado cambios hidrográficos (circulación) en la cuenca resultando en cambios en volúmenes de sedimento (Carriquiry y Sánchez, 1999). Sin embargo, hay estabilidad, dado que el flujo de agua se ha reducido a cero y no se observan factores que puedan modificar significativamente las condiciones ecológicas en los próximos cinco años. Se consideró que el tratado de aguas con EUA es otro elemento de estabilidad. En los artículos 10 al 15 del tratado de aguas (1944) se establecen los volúmenes de agua que EUA garantizará a México año con año (Cruz-Miramontes, 1975). No obstante, también se presentó evidencia que indica, desde una perspectiva ecosistémica, que la reducción de flujo de agua del Río Colorado (derivada de actividades humanas) no ha afectado la productividad y biodiversidad del ecosistema marino (Brusca *et al*., 2017).

Aunque no se espera alguna mejoría significativa respecto al flujo de agua, se cuenta con aportes de agua a través del canal Wellton-Mohawk hacia la Ciénega de Santa Clara (con cierta conexión al mar). Además de los esfuerzos de asignación de agua para el ambiente a través del acta 319 (y previas), que reconoce la necesidad de agua en la zona ribereña (delta) (CONANP, 2007; Ramírez-Hernández *et al*., 2013). Es decir, se considera que los mecanismos de conservación y restauración del estuario y la compra de derechos de agua para conducir agua al mar representan medidas importantes para prevenir el deterioro en la calidad del agua (Turner *et al*., 2016). Además, se destacó que la flota pesquera contamina muy poco, debido a la transición hacia motores de cuatro tiempos, que no vierten aceite al mar (observación personal del Ecól. Martín Sau, 2017).

Las fuentes que podrían afectar la calidad del agua están localizadas, como el aumento vertimiento de aguas residuales derivado del aumento en el volumen de captura de medusa bola de cañón (estimación a partir de los avisos de arribo). También las restricciones de pesca sobre la curvina golfina, impactan sobre el esfuerzo regional (aumento), que se concentrará en el bajo delta, generando mayores volúmenes procesados y residuos (particularmente en el campo pesquero del zanjón), con los efectos de contaminación del agua correspondientes. Estos factores representan indicios de mayor deterioro en la calidad del agua a futuro, aunque hace falta más información para hacer un diagnóstico certero (observación personal del M.C. Héctor Licón). Se comentó también que se debe estudiar los efectos de los desechos de la mina en San Felipe, ya que podría haber concentraciones de arsénico llegando al mar (observación personal de la M.C. Martha Román).

2. Efectos de los nutrientes: ¿En qué medida las alteraciones en las cargas de nutrientes afectan la salud de los ecosistemas y cómo están cambiando tales cargas?

Terrestre/ Costero	*Marino*
⊖	⊖

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos calificaron el estado como **aceptable**. Se señaló que se mantiene un ecosistema aceptable relacionado con los impactos de los nutrientes (García-Hernández *et al*., 2009). Asimismo, el monitoreo de peces en sitios clave como los humedales de Santa Clara y el Ejido El Doctor, así como en algunas partes del Río Hardy, indican que la vegetación no parece presentar afectaciones significativas (Gómez-Sapiens y Soto-Montoya, 2006; García *et al*., sf). Sin embargo, hay evidencia de que debido a las alteraciones relacionadas con la salinización se han perdido zonas de humedales y bosques riparios, con efectos adversos para las comunidades de peces (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). También, se han registrado incrementos en los niveles de fosfatos y nitratos por el uso de fertilizantes agrícolas, lo que promueve el florecimiento de microalgas y macrófitas de origen exótico, lo que produce cambios en los niveles de oxigenación del sistema (proliferación de microalgas) (Ruiz-Campos *et. al*., 2014).

Adicionalmente, la deficiencia de agua superficial ha limitado la filtración de agua y con ello la degradación del ecosistema terrestre, evidente particularmente en la invasión de flora exótica e invasiva (Zengel *et al*., 1995; Zamora *et al*., 2005). Se tienen problemas focalizados respecto a nutrientes en el sistema de canales en el delta del Río Colorado (Hardy), con reportes de mortandad de peces. Además, existe la amenaza de efectos negativos por bio-acumulación e incremento en los niveles de contaminantes (pesticidas y selenio) (FIR-Ramsar, 2001; CONANP, 2007). La zona ribereña presenta aumento en algas y disminución de oxígeno. Se considera que los nutrientes son altos en la zona más ribereña y van disminuyendo al acercarse a la desembocadura del río. Sin embargo, este fenómeno es estacional, ya que en años previos se han presentado condiciones semejantes, de aumento de nutrientes en el verano y disminución en los meses fríos de invierno (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017).

Tendencia

Los expertos consideraron que la tendencia es **estable**. El sistema estuarino ha sido bastante afectado por la interrupción del flujo de agua del Río Colorado. Por lo tanto, la calidad del agua es deficiente en la mayoría de los cuerpos de agua de la zona y no se esperan cambio (CONANP, 2007). Las condiciones de nutrientes se mantienen y dependerán de los aportes de agua salobre al humedal de la Ciénega de Santa Clara (García *et al*., sf).

Se consideró que la tendencia es estable en base a los esfuerzos de conservación y restauración de zonas específicas (Zamora *et al*., 2005) que han propiciado el mejoramiento de superficies pequeñas pero que mantienen estable o incluso podrían mejorar la situación actual de la vegetación (Mexicano-Vargas, 2012; Zamora-Arroyo *et al*., 2001; Zengel *et al*., 1995), así como de las condiciones del ecosistema de la Ciénega de Santa Clara, como consecuencia de un mejor manejo binacional del humedal (Carrillo-Guerrero *et al.,* 2013).

Finalmente, no se prevén cambios en el patrón estacional de incremento y disminución de nutrientes (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017).

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **aceptable.** Por una parte, se argumentó que el ecosistema parece encontrar balance y fuentes de nutrientes alternas que resultan de procesos oceanográficos (Brusca *et al*., 2017). En el artículo científico "El aporte de nutrientes del río Colorado al norte del Golfo de California no se requiere para mantener un ecosistema pelágico productivo", Ramirez *et al.* (2015) presentan evidencias de que el aporte de nutrientes al sistema marino no depende del flujo del Río Colorado (Ramírez *et al*., 2015).

Sin embargo, también se señaló que el Alto Golfo se caracteriza como un sitio con una alta concentración de nutrientes que dependen de varios procesos oceanográficos que re-suspenden los sedimentos del fondo marino (vientos, mareas, corrientes de fondo) y biológicos, como la re-mineralización. Asimismo, se considera al Alto Golfo como una zona de exportación de sedimentos y nutrientes lo que, aunado a la falta de flujo del Río Colorado, coloca la zona en una etapa destructiva (Hernanez-Ayon *et al.,* 1993; Carriquiry *et al*., 2011).

Se comentó sobre otros efectos puntuales como las mareas rojas, que han provocado el cierre temporal de captura de bivalvos para consumo humano (observación personal del M.C. Héctor Licón, 2017). Adicionalmente, los pescadores de la región manifiestan preocupación por posible eutroficación derivada de descartes y eviscerados ilegales, aunque no existen estudios sobre la magnitud de este problema (observación personal del M.C. Héctor Licón, 2017).

Finalmente, se presentó evidencia del Programa de Playas Limpias (SEMARNAT, 2017) que mide la calidad bacteriológica del agua del mar, sobre dos playas del Golfo de Santa Clara:

Pueblo-Palapa y Machorro. Desde que se realiza este monitoreo en 2014, estas playas han sido dictaminadas como aptas (< NMP**2** 200 Enterococos por cada 100 ml de agua).

Tendencia

El grupo de expertos consideró que la tendencia es **estable** ya que, desde una perspectiva ecosistémica, la reducción de flujo de agua del Río Colorado (derivada de actividades humanas) no ha afectado los nutrientes del ecosistema marino (Brusca *et al*., 2017). Los procesos de los que dependen las concentraciones marinas de nutrientes no son regionales, sino oceanográficos de meso-escala y persistentes (Hernanez-Ayon *et al.,* 1993; Carriquiry *et al*., 2011).

Por último, respecto a efectos muy localizados, como los eventos de marea roja, no se tiene evidencia de que su recurrencia esté aumentando (observaciones personales del M.C. Héctor Licón y del Ecól. Martín Sau, 2017).

2 Número Más Probable.

3. Salud humana: ¿En qué medida las condiciones del agua suponen un riesgo para la salud humana y qué cambios se registran en tales condiciones?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

El estado se calificó como **bueno**, al no existir evidencia de afectaciones a la salud humana. Se comentó que no se conocen casos de intoxicación de personas por consumo de peces o crustáceos de agua salobre (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017).
Asimismo, algunos monitoreos de bacterias en la zona ribereña y estuarina han dado resultados por debajo de los límites permisibles (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institute y WWF-FCS, 2017). Lo que concuerda con los resultados del Programa de Playas Limpias (SEMARNAT, 2017) que mide la calidad bacteriológica del agua del mar, sobre dos playas del Golfo de Santa Clara: Pueblo-Palapa y Machorro. Desde que se realiza este monitoreo en 2014, estas playas han sido dictaminadas como aptas (< NMP 200 Enterococos por cada 100 ml de agua).

Adicionalmente, se debe considerar el interés de la población local del Golfo de Santa Clara por usar biodigestores que reduzcan las descargas y filtraciones de materia fecal hacia los cuerpos de agua. Aunque no hay registros de afectaciones graves a la salud, los biodigestores representan una medida para reducir el impacto negativo en la salud humana por exposición a aguas negras. Tampoco hay evidencia de daños graves a la salud por efecto de contaminación de agua en San Felipe (Ricárdez-García, 2017; Ricárdez-García y Batres-Jaramillo, 2017).

Sin embargo, se presentaron diversas evidencias sobre riesgos a la salud humana que aún no están suficientemente estudiados, aunque se estima que se trata de problemas focalizados. En este sentido, se comentó sobre la presencia de productos farmacéuticos y otros compuestos de preocupación emergente (CPE)**3** en cuerpos de agua superficial en Mexicali y su valle (Valdez-Carrillo *et al*., 2016), particularmente fármacos neuro-activos, comunes en el tratamiento de la epilepsia (Preciado-Monjardin, 2017). Se han registrado también casos de problemas digestivos, como los generados por la bacteria *E. coli*, en la parte norte del Río Hardy (García-Hernández *et al*., 2011), así como por la amiba de vida libre (incluso podría haber cobrado vidas) (observación personal del Dr. Jorge Ramírez). También existe la problemática de mal tratamiento de las aguas negras (en Las Arenitas descargan a los drenes) (García-Hernández *et al*., 2011). En San Felipe el agua tiene mucho flúor, el cual se está concentrando por exceso de extracción minera y en SLRC se detecta hierro y manganeso, que pueden perjudicar a la salud humana, aunque no hay incidencias de intoxicación severa para la población. Se comentó que 40 poblados que no tienen agua potable, pero no quieren pagar el servicio (COVI, 2014, 2015, 2016).

3 Químico o material caracterizado por percibirse potencial o ser un problema real para la salud humana o el ambiente o por una falta de los estándares de salud pública (Preciado-Monjardin, 2017).

Tendencia

Se consideró que hay una tendencia de **mejoría**, ya que se están tomando diversas acciones para apoyar el suministro de agua de calidad; existe inversión para aumentar el suministro y la potabilización de agua, así como programas de información y educación para disminuir los riesgos sanitarios (COVI, 2014, 2015, 2016), además de los proyectos comunitarios como la instalación de biodigestores en el Golfo de Santa Clara (Ricárdez-García, 2017; Ricárdez-García y Batres-Jaramillo, 2017). Asimismo, los monitoreos realizados de tres años a la fecha muestran que no hay incremento en concentraciones de bacterias (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017).

Con base en su conocimiento empírico, los expertos estuvieron de acuerdo en que no se conocen eventos que se relacionen con posibles cambios en los ecosistemas que pudieran derivar en efectos nocivos para la salud humana.

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **aceptable**. Se carece de evidencias para esta pregunta en el ambiente marino. Sin embargo, se señaló que se han registrado florecimientos algales nocivos (FAN). Particularmente, uno de gran magnitud en 2015 ("Alto Golfo de California propenso a florecimientos algales nocivos en temporada d invierno") (Conacyt, 2015). En ese evento FAN se reportaron ocho intoxicaciones (Núñez-Vázquez *et al*., 2016). Los expertos coincidieron que se trata de eventos de marea roja importantes, pero aislados.

Tendencia

La tendencia fue calificada como **estable**. Con base en su conocimiento empírico, los expertos concluyeron que las afectaciones a la salud humana derivadas de las condiciones del agua marina, han ocurrido sólo en casos aislados, por lo tanto, no se percibe que exista un riesgo generalizado para la población humana en la región. Además de que se trata de fenómenos cíclicos (y normales) y no se ha detectado un aumento en la frecuencia de su ocurrencia.
Los FAN se asocian a vientos, surgencias, cambios súbitos de temperatura etc. pero hace falta más estudios al respecto, porque no se cuenta con la información completa sobre las condiciones ambientales que prevalecen en el área (López-Cortés *et al*., 2016).



II. HÁBITAT

4. Actividades humanas: ¿Hasta qué punto las actividades humanas influyen en la extensión y calidad del hábitat y qué cambios registran tales actividades?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos calificaron el estado como **aceptable**, considerando las condiciones prevalecientes en el hábitat posteriormente a la reducción-desaparición de flujo de agua en el Río Colorado por represamientos (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). Como se ha señalado en preguntas previas, la planicie de inundación del Río Colorado ha sido modificada, repercutiendo en flora y fauna. Se ha perdido casi el 80% de humedales (800,000 ha), sobre todo por actividades de pesca, turismo y mayormente por agricultura en el Valle de Mexicali (Zamora-Arroyo *et al*., 2005;) Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). Considerando la zona de humedales del delta la transformación ha sido casi total, ya que la extensión de hábitat de humedales ha quedado reducida al mínimo (aunque se trata de un área que se encuentra casi en su totalidad fuera de la Reserva). Sin embargo, en la zona desértica ha habido muy poca la transformación (RHRAP, 2016). En la Ciénega de Santa Clara no existe un manejo adecuado de los residuos sólidos, se sigue observando el arribo de diferentes tipos de plásticos a la laguna donde desemboca el canal Wellton-Mohawk y se percibe el incremento de la presencia de pino salado (especie exótica) (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017; Garcia-Hernandez *et al*. 2016). En los humedales El Doctor se observa un manejo deficiente de los desmontes hay pisoteo por parte del ganado y contaminación de agua por excremento y orina, afectando el hábitat (charcas) para el pez cachorrito del desierto (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017).

La perturbación del hábitat por turismo afecta particularmente a las aves (RHRAP, 2016). Destacan las actividades con vehículos todo terreno en las playas del Golfo de Santa Clara (Schlacher *et al*., 2008). Adicionalmente, la modificación (compactación) de la zona intermareal interfiere con el desove del pejerrey, y la alimentación y descanso de aves playeras (Hernández-Álvarez *et al*., 2016).

Tendencia

La tendencia fue calificada como **mejorando**, principalmente en base a las herramientas legales para la conservación, como concesiones y servidumbres ecológicas que han permitido recuperar hábitat (400 ha para restauración en El Doctor y Santa Clara, y concesiones al Sonoran Institute y Pronatura) (observación personal de Alejandra Calvo Fonseca, 2017). Asimismo, se subrayó la importancia de las designaciones y reconocimientos internacionales de la importancia ecológica de estos humedales (sitio de interés nacional e internacional dentro de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP), área de importancia dentro del Plan de Manejo de Aves Acuáticas de Norteamérica, Área de Importancia para la Conservación para

Aves (AICA), Región Prioritaria para la Conservación de CONABIO (Región Hidrológica) y sitio Ramsar). Se comentó que, si las cuotas de agua provenientes de EUA se mantienen, se podría esperar que las condiciones del hábitat, aunque modificadas originalmente, se mantengan estables o incluso mejoren, ya que los hábitats han experimentado un proceso de estabilización Los hábitats se están o se han estabilizado, es decir, que los impactos sobre los humedales se han mantenido en el tiempo y no han implicado un mayor deterioro en la calidad del hábitat (observaciones personales de Gorgonio Ruiz Campos, Martha Román y Jorge Brambila, 2017).

Adicionalmente, se está trabajando con dependencias del gobierno para la creación de humedales artificiales, y existen programas de limpieza y educación ambiental para recuperar sitios como drenes (Hinojosa-Huerta *et al*., 2013). Además, los esfuerzos de restauración han mostrado una reducción de las especies invasoras y una mejoría del hábitat, aunque se reconoció que el disturbio en playas podría aumentar (RHRAP, 2016).

Ante las acciones de restauración que están en marcha, es notorio el incremento en la extensión de pasto salado y la disminución en la salinidad del agua en estuarios. Asimismo, el área inundable está extendiéndose (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017).

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **aceptable**, aunque existen problemas relacionados con la pesca de arrastre (tanto de altura como ribereña) y pérdida de artes de pesca ("redes fantasma"), que ocasionan deterioro al ambiente, sobre todo al fondo marino. El arrastre modifica el fondo marino; los artes de pesca perdidos y/o abandonados representan contaminación y pueden causar daño al hábitat (fondos, arrecifes rocosos, etc.) (Aburto-Oropeza *et al*., 2017). López-Martínez y Morales-Bojórquez (2012) analizan también la capacidad de recuperación de los fondos marinos frente a las afectaciones provocadas por las redes de camarón de la flota de altura. Otra de las pesquerías que han tenido repercusiones en este sentido es la de totoaba, por el uso de redes agalleras, aunque tampoco genera impactos a gran escala (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017).

Estas afectaciones relacionadas con la pesca no tienen repercusiones sobre la extensión del hábitat marino ya pueden ser detectadas sólo en puntos específicos (CONANP, 2007).

Tendencia

Se consideró que la tendencia es **estable**, ya que se preveé que las condiciones del funionamiento del ecosistema se mantengan en el mediano plazo. En términos generales los aspectos ecológicos se encuentran establecen la Reserva e incluso mejorando, como para las aves, respecto a alimentación y reproducción en la Isla Montague (CONANP, 2007). Aunque se trata de un problema puntual, se insistió en la amenaza que representan las "redes fantasma".

Desde 2015 existe una disposición legal que prohíbe el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California (DOF, 2015). Asimismo, se mencionaron una serie de acciones puntuales que pueden facilitar la estabilidad del hábitat en el futuro (CIRVA, 2017), como la implementación del proyecto vaquita CPR (Conservación, Protección y Recuperación) (Semarnat, 2017), el desarrollo de artes de pesca alternativas al chinchorro y la instrumentación de manifestaciones de impacto ambiental (MIA) que proponen medidas para reducir los efectos de las trampas y establecen un esquema rotatorio de la pesca dentro de la Reserva.

5. Contaminantes: ¿Hasta qué punto los contaminantes presentes en el hábitat afectan los recursos vivos o la calidad del agua y qué cambios se registran en dichos contaminantes?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos evaluaron el estado como **bueno**. Se mencionó la importancia de los programas de cooperación México-EUA para asegurar el uso más eficiente del agua. Además de las medidas para depurar los contaminantes en los nuevos humedales construidos: SLRC, Arenitas y dren del Valle de Mexicali, entre otros. En la planta de tratamiento en San Luis Río Colorado el efluente (el agua residual tratada) se infiltra al acuífero mediante estanques o lagunas de recarga superficial a cielo abierto, ahí se realizan pruebas para remover o reducir la carga contaminante por descargas de aguas residuales y su efecto en el acuífero (Sol-Uribe *et al*., 2008). Acciones similares pero relacionadas con la reducción de la salinidad del agua se llevan a cabo en la Ciénega de Santa Clara (relacionado con la operación de la planta de-saladora en Yuma) (García-Hernández *et al*., 2012). Asimismo, el humedal artificial de Las Arenitas es parte de una planta de tratamiento de aguas residuales, vinculada al sistema del Río Hardy y se han realizado constantemente estudios para mejorar su funcionamiento (Carrera-Villa y Ramírez-Hernández, 2014).

En la mayor parte de la Reserva y su zona de influencia, se localiza agua con desechos agrícolas de alguna manera permitidos, sin que haya evidencia de sus efectos sobre la calidad del hábitat. Se han registrado contaminantes como plaguicidas y metales pesados, pero no rebasan los estándares de la NOM (NOM-001-ECOL-1996) o se han detectado sólo en sitios puntuales (donde las concentraciones pudieran ser de consideración, como en algunos puntos del Río Hardy o el Estuario) (García-Hernández *et al*., 2011). Por ejemplo, se han documentado concentraciones importantes de contaminantes por pesticidas organoclorados (hoy prohibidos) que se usaron en los años 70 y 80 (y persisten en agua, sedimentos y biota), además de los pesticidas usados en la actualidad (organofosfato, carbamato y piretroides) en los drenes del Valle de Mexicali (Garcia-Hernandez *et al*. 2016).

Aunque existen problemas relacionados con la recolección de la basura y manejo de contaminantes, no ha habido un deterioro generalizado del hábitat. Lo que permite suponer que los diferentes ordenamientos ecológicos territoriales (desarrollos inmobiliarios, actividad turística, entre otros) no representan una amenaza en el corto plazo (Díaz, 2010).

Tendencia

Se estimó que la tendencia es **estable**. Aunque no existen registros de monitoreo de largo plazo sobre contaminantes, los expertos consideraron que se mantiene estable la incidencia y

concentración de contaminantes en agua, sedimentos y biota y no se han observado efectos negativos en la calidad de hábitat de los humedales (García *et al*., sf).

Se reconoció que la Reserva es vulnerable a contaminantes, pero se están realizando actividades efectivas de manejo, lo cual puede derivar en mejores condiciones para los hábitats (Díaz, 2010). Se espera que haya mejoramiento en la extensión de hábitat de los humedales, aunque persisten amenazas de cambio de uso de suelo en la zona desértica y al exterior de la reserva (CONANP, 2007).

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **bueno**. Hay pocas fuentes de contaminación localizada como la derivada de la materia orgánica proveniente de descartes de la pesca a bordo de embarcaciones, los desechos de comunidades y el agua contaminada con agroquímicos en el Delta (Estuario). Pero no se tienen evidencias de efectos de consideración sobre el hábitat marino (CONANP, 2007). Además, las prácticas del sector armador industrial que opera dentro de la Reserva han favorecido las condiciones ambientales al dejar de verter al mar los aceites de recambio de motores. El sector ribereño también ha disminuido los impactos ecológicos al cambiar los motores fuera de borda de dos tiempos a cuatro tiempos (López-Martínez y Morales-Bojórquez, 2012).

Tendencia

Aunque se carece de evidencias, se consideró que la tendencia está **mejorando**, debido a que no existen condiciones que amenacen el hábitat marino en materia de contaminantes. Además, las medidas señaladas del sector armador industrial (dejar de verter al mar los aceites de recambio de motores) y del sector de pesca ribereña (cambio a motores de cuatro tiempos) (López-Martínez y Morales-Bojórquez, 2012) se perciben como factores de mejora para los hábitats marinos en los próximos años.

6. Extensión y distribución: ¿En qué medida la alteración del hábitat (incluyendo modificaciones en la extensión y distribución de los principales tipos de hábitat) afecta la salud del ecosistema, y qué cambios se registran en tal alteración?

Terrestre/ Costero	*Marino*
^	−

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos consideraron que el estado es **aceptable**. Se señaló que los registros de especies endémicas (*Gillichthys detrusus y Distichlis palmeri)* son indicadores de que el hábitat aún guarda condiciones aceptables (Figura 6). Asimismo, la estructura de las comunidades vegetales en los saladares se mantiene estable y existe una composición florística original (observación personal del Dr. Tomás Rivas, con base en su participación en el proyecto Reconectando el río con el mar, Sonoran Institut y WWF-FCS, 2017).



Figura 6. *Gillichthys detrusus* (Tomás Rivas-Sonoran Institute)



Figura 7. *Distichlis palmeri* (Tomás Rivas-Sonoran Institute)

Respecto a la zona de humedales histórica, aunque existe una drástica reducción en su extensión de aproximadamente 80%, la parte desértica permanece sin mayor perturbación (CONANP, 2007; FIR-Ramsar, 2001). Asimismo, aún existen humedales que han dado vida al delta del Río Colorado. La zona de humedales del delta cubre actualmente un área de 100,000 ha constituidas por una serie de ecozonas que van desde zonas áridas hasta marismas productivos (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). Se comentó también que el avance de especies exóticas como el pino salado ha producido ensalitramiento de los suelos, lo que afecta la calidad del sustrato y limita la recolonización de especies de plantas nativas como mezquites, sauces y álamos (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017).

Por otra parte, se presentó evidencia de que en la Ciénega de Santa Clara estado es deficiente, ya que la comunidad vegetal de agua dulce está amenazada, en su estructura, extensión y composición florística, debido a cambios en los flujos de agua dulce (Cohen *et al*., 2001; Glenn *et al*., 1998; Glenn *et al*., 1998).

Por último, se comentó sobre la importancia de diseñar una legislación ambiental que facilite un ordenamiento ecológico menos invasivo que contribuya a conservar la extensión y distribución de los hábitats (Díaz, 2010).

Tendencia

Los expertos consideraron que hay una tendencia **en mejoría**, principalmente por las herramientas de conservación con las que se cuenta, como los acuerdos binacionales. Además de las sinergias entre la Academia, OSC y gobiernos, que han generado acciones para la conservación del hábitat. Se mencionó, por ejemplo, los desfogues esporádicos al caudal del río (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). Se considera que los avances en restauración son exitosos y se espera que aumente la extensión de hábitat de humedales en el futuro, aunque también existen amenazas de cambio de uso de suelo en la zona desértica de la Reserva y al exterior de la misma (CONANP, 2007).

Se mencionó que existe información sobre la capacidad de carga en diversos sitios dentro de la Reserva, misma que debe ser compartida con las personas que realizan actividades económicas en la zona (Díaz, 2010).

Finalmente, se prevé que las comunidades vegetales de los saladares se mantengan estables. Sin embargo, para la Ciénega de Santa Clara se consideró que la tendencia es de decremento, como se ha señalado en preguntas previas, debido a las afectaciones por los cambios en los flujos de agua.

Ambiente marino

Estado

El estado se calificó como **bueno**. Existe evidencia de que el ambiente marino es dinámico y se adapta a los cambios que se presentan constantemente (Brusca *et al*. 2017). La parte más afectada es la del estuario que ha cambiado su función de estuario positivo a negativo en cuanto a la salinidad, pero la extensión como tal se ha mantenido en buenas condiciones (observación personal de la M.C. Martha Judith Román, 2017).

Otro impacto localizado sobre el hábitat es el derivado por parte de las redes de arrastre. El deterioro ha tenido una magnitud que no es considerada como severa en la calidad de agua y en los recursos vivos (López-Martínez y Morales-Bojórquez, 2012).

Tendencia

La tendencia fue calificada como **estable**. Existen regulaciones pesqueras que buscan evitar cambios en las tendencias nocivas de la actividad pesquera (DOF, 2013). También se han implementado programas de remoción de basura (terrestre y marina) apoyados por CONANP (PET) y por organizaciones ambientalistas.

Las recientes regulaciones como el acuerdo para eliminar redes de arrastre (DOF, 2015) y los programas de retiro de barcos camaroneros, así como la instrumentación de manifestaciones de impacto ambiental (MIA) que establecen medidas de mitigación para reducir el impacto sobre el hábitat, sugieren que la extensión y distribución de las alteraciones del hábitat no se deteriorará en los próximos años.



III. RECURSOS VIVOS

7. Actividades humanas: ¿En qué medida influyen las actividades humanas en la calidad de los recursos biológicos, y cuáles son los cambios que se observan?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

El estado fue calificado como **deficiente** por los especialistas**.** Las principales actividades humanas que han impactado sobre los recursos vivos son: construcción de presas, pesca comercial e ilegal, caza, extracción de fauna y flora con fines comerciales y alimenticios, deforestación, expansión urbana y turismo.

El crecimiento urbano en la región ha causado un impacto en la disponibilidad de agua: actualmente, los usos totales de agua del río Colorado son mayores que la producción promedio anual de agua en la cuenca y la demanda de agua seguirá en aumento, a la par con el crecimiento poblacional (Pitt *et al.,* s/f).

El desarrollo de infraestructura hidroeléctrica ha ocasionado alteraciones en los ecosistemas. Con la premisa de controlar el río y optimizar sus beneficios, se realizaron grandes esfuerzos en la cuenca durante los últimos 100 años. Es así como 25 presas y cientos de proyectos de derivación se han construido en el cauce principal y en los tributarios (Pitt *et al.,* s/f).

A la entrada del Colorado a México, en la Presa Morelos (Baja California), el flujo del río se reduce a la cantidad de agua que Estados Unidos debe entregar a México de acuerdo al Tratado Internacional de 1944. En este punto, México deriva los volúmenes remanentes para destinarlos a distintos usos humanos.

Los daños ecológicos en la cuenca se han derivado debido a la inadecuada planificación cuando se realizó la asignación de flujos para los distintos usuarios con base a las necesidades ambientales, sin considerar los impactos de las grandes obras de ingeniería hidráulica (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010).

Uno de los efectos más drásticos se ha evidenciado sobre la comunidad de peces de agua dulce; de las siete especies nativas sólo quedan poblaciones remanentes de una especie, el pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius)* (Varela-Romero y Hendrickson, 2010) (Figura 8). Todas las demás especies de peces de agua dulce nativos han sido extirpadas regionalmente (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010).



Figura 8. Pez cachorrito del desierto (Cyprinodon macularius)
(https://www.vistaalmar.es/images/ampliadas3/peces-cachorrito-desierto.jpg)

Los humedales del delta del Río Colorado son de importancia ecológica al proveer hábitat para las aves acuáticas migratorias y residentes. El Valle de Mexicali es visitado por turismo especializado en la caza y observación de aves. El aprovechamiento de aves cinegéticas es un importante ingreso económico para la zona. En el año 2002 se aprobaron más de 200 permisos y existen diversos prestadores de este servicio, los costos varían de $100 a $500 dólares por cazador y de acuerdo a la duración de la expedición y del tipo de trofeo (Sanjurjo y Carrillo, 2006).

La falta de agua asignada al ambiente, las extracciones ilegales de agua, las actividades para el control de inundaciones y las prácticas de manejo en drenajes locales han afectado negativamente la abundancia de Palmoteador de Yuma *(Rallus longirostris yumanensis)* y otras especies de aves de marisma en el delta del Río Colorado. Los esfuerzos de recuperación en el delta deben incluir el mantenimiento de un flujo hacia los humedales que favorezca el establecimiento de vegetación emergente nativa. El manejo de drenes locales también debe seguir criterios ambientales, asegurando flujos constantes y bajos niveles de salinidad (3 a 8) en áreas con vegetación emergente (Pronatura, 2014).

En cuanto a los impactos del crecimiento urbano, se ha originado la expansión de infraestructura para el turismo y construcción de viviendas en la franja costera, afectando la cubierta vegetal. A lo largo de las márgenes del Río Hardy, se encuentran 16 campos turísticos, que son utilizados por personas de Mexicali y de los Estados Unidos, donde se desarrollan actividades de deportes acuáticos, pesca deportiva, expediciones de cacería y recorridos ambientales. El turismo excede la capacidad de carga de la zona y adicionalmente no hay una red de soporte para los servicios básicos. En su mayoría, las actividades no se encuentran reguladas y afectan la calidad del paisaje y del ecosistema, como es el uso de vehículos todoterreno en las zonas áridas, afectando poblaciones por ejemplo del falso camaleón cola plana y los sitios de alimentación, reproducción y anidación de especies de aves playeras. Aunado a esto, la contaminación causada por las descargas de aguas de granjas agrícolas, granjas camaroneras y de áreas urbanas, así como las descargas de combustibles de las embarcaciones, la inadecuada disposición de residuos sólidos y la falta de drenaje en los poblados costeros (CONANP 2007), ha impactado el equilibrio del ecosistema, poniendo en

riesgo la biodiversidad del área del Golfo de California, debido a la consecuente entrada de químicos al sistema acuático, alterando la cadena alimenticia y los futuros beneficios de los servicios ecosistémicos.

Las actividades mencionadas se encuentran reguladas, pero es necesario reforzar las estrategias de conservación e involucrar aún más a las comunidades locales y vecinas, así como a los visitantes de la Reserva.

Tendencia

Debido a que en general tanto las problemáticas como las medidas de manejo se mantendrán sin cambios significativos, se concluyó que la tendencia es **estable.** Se mencionó que la dinámica de cooperación con EUA ha permitido una integración regional que ha considerado aspectos ambientales, sociales y productivos (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010). Por otro lado, se debe cuidar los efectos del incremento de las actividades turísticas, las cuales podrían generar una mayor presión y disturbio en la zona.

Ambiente marino

Estado

El estado se calificó como **aceptable**. Las actividades mencionadas en el ambiente terrestre/costero, repercuten en todo el sistema y por ello algunos de los impactos se ven reflejados en los flujos y descargas de agua dulce y en la zona estuarina donde se mezclaban el agua dulce del río con las aguas salinas del Golfo. Esto ha afectado la reproducción, desove y crianza de organismos marinos como el camarón azul *(Litopenaeus stylirostris),* camarón café *(Farfantepenaeus aztecus),* la totoaba *(Totoaba macdonaldi)* y la curvina golfina *(Cynoscion othonopterus).* La pérdida de flujos de agua ha afectado el hábitat de algunas aves playeras (Sanjurjo y Carrillo, 2006).

La actividad pesquera se encuentra regulada, aunque existe el potencial de sufrir cambios que pudieran generar impactos debido a los altos índices de captura incidental (Aburto-Oropeza *et al.,* 2017). La pesca ilegal de totoaba no sólo afecta a la población de esa especie, sino que las redes abandonadas siguen capturando especies (tortugas, tiburones, otros peces, vaquita) (EIA, 2016). La pesca de curvina golfina durante su reproducción no parece estar afectando los patrones de migración y desove de la especie y la pesquería está regulada (Rowell *et al*., 2017; CONAPESCA, 2017).

Se comentó que el pejerrey *(Leuresthes sardina)* (Layenberg y Chernoff, 1995) depende de la disponibilidad de playas libres de personas para desovar. Sin embargo, las playas en el Golfo de Santa Clara suelen ser muy visitadas. El disturbio ocasionado por turistas y habitantes del Golfo afecta la sobrevivencia del pejerrey y la cadena alimenticia al incidir en el aislamiento de las aves que se alimentan de esta especie. Las principales actividades que alteran la dinámica del pejerrey son: tránsito de carros y motos por la playa, campamentos y capturas al

pejerrey para jugar o con fines alimenticos y de carnada (en la pesca ilegal de totoaba) (SEMARNAT y CONANP, s/f) (Figura 9).



Figura 9. Captura de pejerrey, para jugar, como alimento o carnada (SEMARNAT y CONANP, s/f)

Tendencia

La tendencia se calificó como **estable**. No se espera que las condiciones actuales en cuanto a actividades humanas cambien (debido a las regulaciones existentes). Sin embargo, el impacto de la pesca ilegal de totoaba es importante, y si aumenta, el impacto sobre otras especies debe ser cuantificado.

8. Extracción de especies: ¿Cuál es el estado que guardan las especies explotadas y cómo están cambiando?

Terrestre/ Costero	*Marino*
−	−

Ambiente terrestre/costero

Estado

El estado fue calificado como **bueno.** Sin embargo, en el bosque de galería del Delta del Río Colorado se ha perdido cobertura vegetal. Las especies como Mezquite, Álamo y Sauce fueron afectadas drásticamente por la falta del flujo de agua (observación personal de José Martín Haro Rodríguez, 2017). Las poblaciones de Ocotillo (*Fouquieria splendens*) y Garambullo (*Lophocereus schottii*) (Figuras 10 y 11), presentan riesgo de perderse debido a la extracción para uso ornamental (CONANP, 2007), además se sabe de la extracción de algunas plantas como el Tule para el uso medicinal y elaboración de artesanías, pero aún no se cuentan con datos precisos al respecto.



Figura 10. Especies vegetales extraídas: Ocotillo (*Fouquieria splendens*) (mygardenlife.com, 2017)



Figura. 11. Especies vegetales extraídas: Garambullo (*Lophocereus schottii*) (upload.wikimedia.org, 2017)

En el Valle de Mexicali las actividades de caza de aves es de importancia como ingreso económico. Para el año 2002 se reglamentaron 200 permisos y entre las especies más aprovechadas se encuentran: La paloma huilota (*Zenaida macroura*), paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), codorniz de Gambell (*Callipepla gambelii*) y el faisán de collar (*Phasianus colchicus*)) (Sanjurjo y Carrillo, 2006).

El aprovechamiento cinegético de aves acuáticas se maneja a través de una Unidad para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre (UMA) ubicada dentro de la RBAGCyDRC. Con el fin de analizar y evaluar el aprovechamiento cinegético de las aves acuáticas migratorias de la familia *Anatidae* representadas por patos, gansos y cisnes. Morales (2015) realizó un estudio en

la UMA Ejido Luis Encinas Johnson de La Ciénega de Santa Clara. El estudio concluye que el potencial cinegético de esta UMA puede incrementarse bajo un esquema de sostenibilidad, ya que las poblaciones de aves que actualmente se aprovechan presentan poblaciones estables en su número poblacional a nivel continental (Morales, 2015) (Figura 12).



Pato cucharón (*Anas clypeata*)



Pato calvo (*Anas americana*)



Cerceta de alas verdes (*Anas crecca*)

Figura 12. Especies abundantes y de uso cinegético en la RBAGCyDRC (wikimedia.org, 2017)

Tendencia

La tendencia fue calificada como **estable.** El desarrollo de artes de pesca alternativos y la implementación de impuestos ambientales y otras herramientas de manejo, podrían mejorar a mediano y largo plazo las poblaciones de especies con un valor comercial. Sin embargo, estos esfuerzos deben ser respaldados por medidas eficientes de inspección, vigilancia y combate a la pesca ilegal (Ricárdez-García, 2017).

Ambiente Marino

Estado

El estado se calificó como **aceptable.** En relación a las pesquerías se cuenta con estudios que indican una relación positiva entre los flujos de agua del Río Colorado y la pesca de camarón (Galindo-Bect *et al*., 2000; Cortez-Lucero, 2004). Asimismo, las alteraciones en los flujos del agua y nutrientes que el Río Colorado descargaba en el Golfo de California impactan negativamente las condiciones del estuario y conducen a la disminución de crustáceos y moluscos, que a su vez son alimento en diferentes estadios de aves residentes y migratorias (Sanjurjo y Carrillo, 2006).

En el corredor biológico y pesquero Puerto Peñasco–Puerto Lobos hay seis comunidades pesqueras de dos municipios, una en Puerto Peñasco (Sonora), y las otras cinco en Caborca (Sonora). Entre las principales especies objeto de extracción están: callo escarlopa, jaiba, almejas, pulpo, caracol chino (rosa y negro), caracol amarillo, cabrilla, sardinera, pargo, balla, cochito, baqueta, lenguado, guitarra, manta, sierra y tiburón (Ávila-Martínez y Ricárdez García, 2017). Se estima que más de la mitad de las embarcaciones en el Corredor (700 pngas en total) pescan sin permiso y la vigilancia existente no ha sido suficiente para frenar la pesca no

permitida, creando conflictos entre pescadores y propiciando la sobreexplotación de recursos (Turk-Boyer *et al*., 2016).

Una de las especies de captura comercial es el callo escarlopa (*Spondylus calcifer)* (Figura 13), la cual es una especie que no está clasificada en ningún estado de riesgo de la IUCN o CITES. Hacia la década de 1990, las poblaciones comenzaron a disminuir en la costa sur del Golfo, y por ello la especie fue enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 enla categoría "sujeta a protección especial". Al norte del Golfo se han observado bancos más saludables los cuales pueden soportar una explotación limitada y controlada. Sin embargo, la pesca ilegal de la especie continúa, sólo un grupo de la comunidad de Puerto Peñasco cuenta con autorización de pesca. Se deben fortalecer las medidas de protección y regulación a lo largo de toda su distribución dentro y fuera de la Reserva (PANGAS 2012, Villalejo-Fuerte *et al.* 2015).

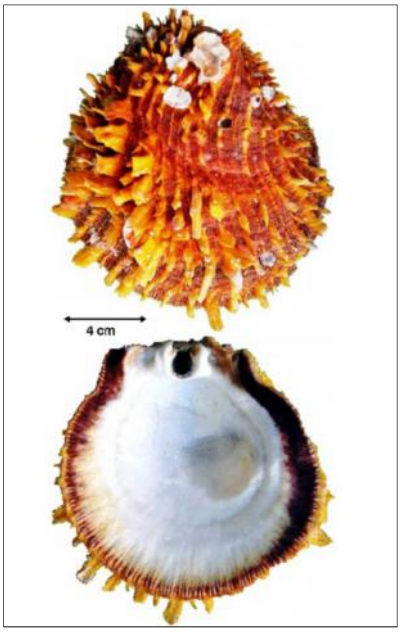


Figura 13. Callo escarlopa (*Spondylus calcifer*) (Villalejo-Fuerte et al. 2015)

Otra de las especies de mayor extracción es la curvina golfina (*Cynoscion othonopterus)*. Esta especie es endémica del Alto Golfo de California y habita en la región que va desde el delta del Río Colorado, hasta el sur de la región de las Grandes Islas (Figura 14). El aprovechamiento lo realizan principalmente dentro de la zona núcleo, durante el proceso de agregación para la reproducción (Erisman *et al.,* 2012), en la boca del Río Colorado y Alto Golfo de California durante los meses de enero a abril (Sanjurjo y Carrillo, 2006).

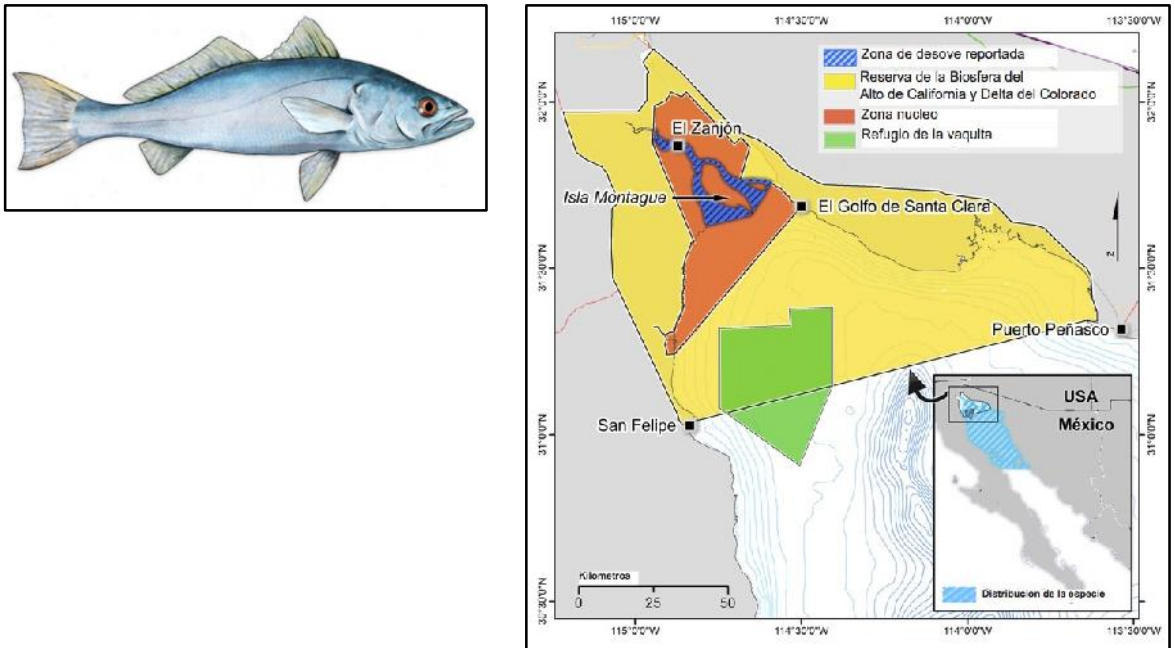


Figura 14. Curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) y su distribución geográfica, incluyendo la zona de desove detectada (Erisman *et al*., 2012; datamares.ucsd.edu, 2017)

En febrero de 2017, la pesca de curvina golfina fue suspendida en el Golfo de Santa Clara, debido a que no existían las condiciones de minimización de impacto ambiental, especialmente para la vaquita marina (*Phocoena sinus*). Desde hace 20 años se realizan monitoreos de la especie, en esta temporada se muestrearon 1589 individuos con talla promedio de 61.7 cm, la cual descendió 2.12 cm con respecto a la talla promedio del monitoreo realizado en el 2016. El 84% de organismos capturados en esta temporada fueron de talla menor a la talla mínima de captura establecida en la NOM-063-PESC-2005 (65 cm de longitud total) rebasando el 35% de captura por debajo de lo que establece la norma. La talla mínima registrada fue de 33 cm de longitud total y la máxima de 73 cm (Figura 15) (CEDES, 2017). En tanto no se cuente con mayor información sobre las causas de la disminución de tallas (condiciones naturales, climático o prácticas irregulares de pesca) se debe poner atención a la luz de malla para descartar que esta práctica se esté dando (observación personal del M.C. Héctor Licón).

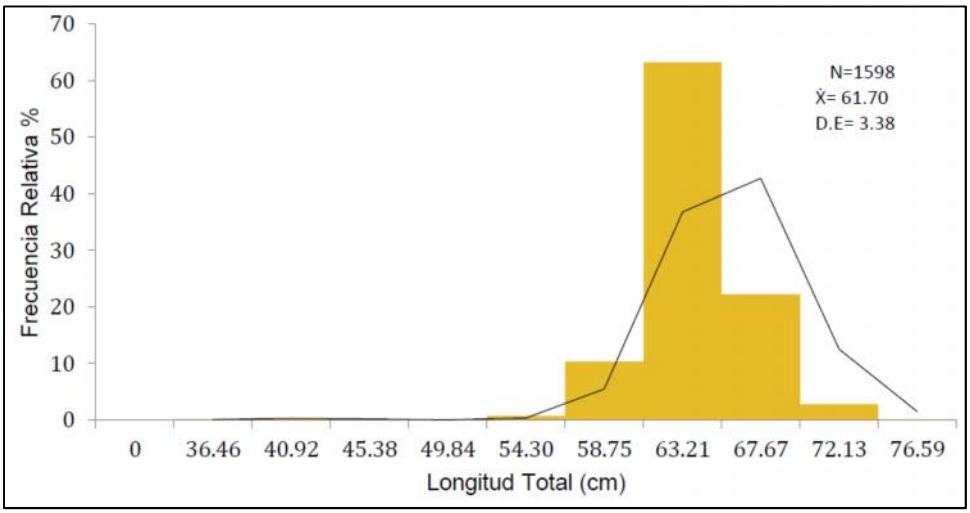


Figura 15. Distribución de frecuencia de tallas de curvina golfina durante la temporada 2017 en el Golfo de Santa Clara, Sonora y el Indiviso B.C. (CEDES, 2017).

Por otra lado, utilizando una extensa base de datos con información del Golfo de Santa Clara (1993-2015), San Felipe (2012-2015) y el Zanjón (2010) se determinó que más del 80% de los peces capturados en el GSC y 95% en El Zanjón están por encima de la talla mínima de captura (65 cm). En San Felipe alrededor del 40% de los peces capturados están por debajo de la talla mínima por el uso de una red con menor luz de malla (Ortiz *et al.,* 2016). La actividad pesquera de San Felipe y Santa Clara es conocida y se ha mantenido estable (excepto desde el 2015 que se establece la veda) (Erisman *et al.,* 2015). Aunque la única especie que tiene plan de manejo es la curvina golfina, la falta de esta herramienta no ha provocado cambios/impactos irreversibles en las especies objetivo. Por lo tanto, en ésta área la actividad pesquera no parece estar afectando el comportamiento de la curvina golfina y la agregación mantiene densidades y tamaño estable (Rowell *et al.,* 2017). Es una pesquería regulada y salvo detalles como pesca dentro de la zona núcleo, tamaño de luz de malla y cumplimiento de cuota, se mantiene dentro del rango aceptable de extracción (Erisman *et al.,* 2015).

En otras comunidades de la Reserva, se captura camarón y grandes bancos de peces, donde sus zonas de pesca se sobreponen con el hábitat más importante de la vaquita marina (*Phocoena sinus*). En relación a ello, el problema de la pesca ilegal de totoaba (*Totoaba macdonaldi*) en el Alto Golfo se mantiene, se buscan los individuos más grandes y el esfuerzo sobre la especie aumenta durante la reproducción (no se ha publicado estudio poblacional reciente). El esfuerzo pesquero, medido en tiempo y distancias recorridas por pescadores ha aumentado en los últimos años (Girón-Nava *et al.,* 2014). Desde el 2012 hasta la fecha no hay evidencia de disminución de la pesca ilegal de totoaba, por el contrario, a pesar de los esfuerzos de vigilancia (megaoperativo, gendarmería, compensación, acuerdos con productores, etc.), la pesca ilegal se mantiene (CEDES, 2017; observación personal de Catalina López, 2017).

En conclusión, aun cuando la pesca ilegal de totoaba tiene impacto negativo en la situación general de la pesca en el Alto Golfo, no se tiene un informe oficial público que establezca la condición de las poblaciones naturales, la información que trasciende se enfoca hacia los impactos sobre la población de vaquita marina y el impacto de las redes fantasmas. Al

evaluar el estado de la población natural de totoaba, los indicios muestran que al menos esta en condición aceptable si se infiere que persiste la presencia de buches correspondientes a animales adultos que se han decomisado o encontrados en tiraderos clandestinos. Las otras pesquerías en general (curvina golfina, camarón, sierra, etc.) no tienen al momento reportes oficiales de sobre-explotación y generalmente se reportan como en máximo rendimiento sostenible en la Carta Nacional Pesquera.

Tendencia

La tendencia para el ambiente marino se calificó como **estable**. Solo en el caso de la curvina golfina, puede haber un cambio considerable si la disminución de la talla tiene causa relacionada a la extracción por pesca comercial. Las pesquerías legales (camarón, curvina, escama, etc.) presentan avances respecto al arte de pesca compatible con la conservación de vaquita y se tienen instrumentos de seguimiento y monitoreo que pueden dar transparencia y mayor orden a su operación

No se espera que las condiciones actuales cambien (regulaciones existentes); sin embargo, el impacto de la pesca ilegal de totoaba es importante. Si esto aumenta, el impacto sobre otras especies debe ser cuantificado.

Sea cual sea la estrategia y dinámica pesquera, siempre habrá un impacto en las áreas de manejo y por ello es relevante continuar involucrando a las comunidades en los planes de manejo para magnificar el ordenamiento pesquero.

9. Especies clave: ¿Cuáles son el estado y las condiciones de las especies clave, y qué cambios presentan?

Terrestre/ Costero	*Marino*
−	−

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos calificaron el estado como **aceptable**. En primer lugar, se enlistaron las especies indicadoras, focales y clave son (Tabla II):

Tabla II. Especies indicadoras, clave y focales para el ambiente terrestre/costero de la RBACGyDRC, según opinión de expertos en el taller 2017

Especie	Nombre común	*Nombre científico*	Imagen
Indicadoras	Ralito negro	*Laterallus jamaicensis*	 http://aztecasonora.com/
	Pez cachorrito del desierto	*Cyprinodon macularius*	 https://cdn.crhoy.net/
	Castor	CASTOR CANADENSIS	 https://upload.wikimedia.org/
	Palmoteador de Yuma	*Rallus longirostris yumanensis*	 http://www.taenos.com/

	Escarabajo tigre	*Habroscelimorpha californica*	 (Tomas Rivas Salcedo, Sonoran Institute 2017)
	Álamos	*Populus* sp.	 https://upload.wikimedia.org/
	Sauces	*Salix* sp.	 https://upload.wikimedia.org/
	Tule	*Typha domingensis*	 https://upload.wikimedia.org/
Clave	Castor	*Castor canadensis*	 http://ichef.bbci.co.uk/
	Tule	*Typha domingensis*	 http://www.conabio.gob.mx/

	Murciélagos	*Pipistrellus hesperus, Macrotus californicus, Antrozous pallidus, Myotis californicus, M. yumanensis, Eptesicus fuscus, Tadarida brasiliensis*	 *Pipistrellus hesperus* http://www.batsnorthwest.org/
Focales	Palmoteador de Yuma	*Rallus longirostris yumanensis*	 http://www.taenos.com/
	Camaleón cola aplanada	*Phrynosoma mcallii*	 https://upload.wikimedia.org/

En la zona estuarina, hay registros de cicindelinos como escarabajos tigre (*Habroscelimorpha gabbi*, *Habroscelimorpha californica*, *Microthylax sinaloae*), los cuales no se encuentran dentro del Programa de Conservación y Manejo de la Reserva. Estos escarabajos constituyen un grupo con características muy particulares. Las larvas y adultos son depredadores de otros artrópodos. Algunas especies tienen gran valor como indicadores biogeográficos y ecológicos debido a su estrecha relación con hábitats específicos y se distribuyen alrededor del mundo a excepción de la Antártida, Tasmania y algunas islas oceánicas (Vítolo y Pearson, 2003). Actualmente se cuentan con algunos registros en el área (Figura 16), pero no se cuenta con estudios ecológicos y biológicos previos (observación personal de Tomás Rivas, 2017).

Habroscelimorpha californica *Microthylax sinaloae*



Figura 16. Fotografías de escarabajos tigre, registrados en la zona estuarina de la RAGCyDRC. (Tomás Rivas Salcedo, Sonoran Institute, 2017)

Por otro lado, la almeja del delta del Río Colorado es un claro ejemplo de los efectos que ha sufrido el ecosistema de la Reserva, ya que es endémica de la zona estuarina del río y el Alto Golfo, particularmente adaptada a la zona de mezcla de agua dulce y agua salada (Cintra-Buenrostro *et al.,* 2005). Esta almeja era la especie dominante en la zona, y era tan abundante que sus conchas formaron islotes de barrera de 3 km de largo (Rodríguez *et al*., 2001b). Con la desaparición de los flujos del río, la abundancia de esta especie se ha reducido en cerca de 99% y ahora se considera una especie con un alto riesgo de desaparecer (Rodríguez *et al.,* 2001a).

En un estudio realizado entre septiembre de 1996 y agosto de 1997, en la Ciénaga de Santa Clara (Sonora) y en el Cerro Prieto (B. C.), se obtuvo que la especie más abundante fue el pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius,* 59%), seguido por aletón molly *(Poecilia latipinna*, 19%), tilapia vientre rojo (*Tilapia* cf. *zilli*, 10%), pez mosquito occidental (*Gambusia affinis*, 7%). Las fluctuaciones temporales en la distribución y abundancia del pez cachorrito del desierto, puede deberse a factores antropogénicos que impactan en la cuenca baja del río Colorado y progresivamente alteran los hábitats riparios y propician las condiciones para la presencia de peces exóticos. El hábitat y presencia de las poblaciones del pez cachorrito del desierto en el área de estudio, son controlados por la periodicidad, calidad y volumen de descargas en la cuenca (Varela-Romero *et al.,* 2002).

Mediante el desarrollo del Programa de Monitoreo Biológico del pez cachorrito del desierto, se han evaluado sus poblaciones, distribución, condiciones de hábitat, determinación de amenazas y oportunidades de conservación. A través de muestreos sistemáticos, de agosto a noviembre de 2016, en 10 localidades de los humedales Ciénega de Santa Clara y El Doctor, el pez cachorrito estuvo presente en 4 de las 10 localidades: La Palma, Los Pinos, Espejo de Luna en los manantiales de El Doctor y en la Flor del Desierto. La especie más abundante a lo largo del periodo de muestreo fue *Poecilia latipinna* (40.69%), mientras que el pez cachorrito estuvo representado en un 21.93%, a excepción de la localidad Flor del Desierto, donde fue la especie dominante con un 83%. La talla promedio del pez cachorrito fue de 3.1 cm de longitud total y la proporción entre machos y hembras fue de 1:2.2. Así como en el estudio de Varela-Romero *et al.* (2002), que confirma que la distribución y abundancia tiene fluctuaciones en la zona de muestreo, que dependen de la dinámica propia del sistema hidrológico. El deterioro de hábitat por actividades antrópicas y la invasión de especies exóticas de peces, especialmente el molly

aleta de vela, continúan siendo la principal amenaza para la permanencia del cachorrito del desierto en los humedales de la Reserva (Figura 17) (CEDES, 2017b).



Figura 17. Pez cachorrito del desierto en sistemas de humedales de la Reserva (CEDES, 2017b)

La disminución de los anfibios puede servir como indicador de la degradación ambiental (Rorabaugh, 2008). Los humedales a menudo son el punto final de una variedad de contaminantes ambientales y los anfibios en general son sensibles a la contaminación. La disminución de ránidos ocurre dentro del contexto de una pérdida global de la biodiversidad de anfibios que se ha vuelto muy visible en los últimos 15 años (Stuart *et al.,* 2004). El estado de los anfibios en general, pero particularmente en formas altamente acuáticas, debe monitorearse atentamente en la Reserva.

Asimismo, es importante incrementar la investigación en especies de flora y fauna poco evaluadas, por ejemplo, el camaleón del Gran Desierto (*Phrynosoma mcallii*), es una especie de reptil de especial importancia, su principal función natural es el control de las poblaciones de hormigas, actualmente se encuentra enlistada como especie amenazada. En México se encuentra en la franja costera de Sonora, entre El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en la Reserva, y en una amplia zona en el sistema de dunas de la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Actualmente se desarrollan acciones para prevenir que sea capturada para fines comerciales como mascota, pero se deben incrementar los esfuerzos de investigación e incrementar las acciones por su conservación (CONANP, 2007; observación personal de Eduardo Soto, 2017).

La pérdida y degradación de humedales han causado disminución en las poblaciones de aves de marisma durante los últimos 100 años (Sanjurjo y Carrillo, 2006). Las poblaciones de las familias de aves *Rallidae* y *Ardeidae*, han sido las más impactadas. Sin embargo, a pesar de cambios drásticos de hábitat, el delta del Río Colorado mantiene a cuatro especies de aves de marisma protegidas: Ralito Negro de California, Rascón Limícola, Garcita de Tular y Palmoteador de Yuma (Figura 18).

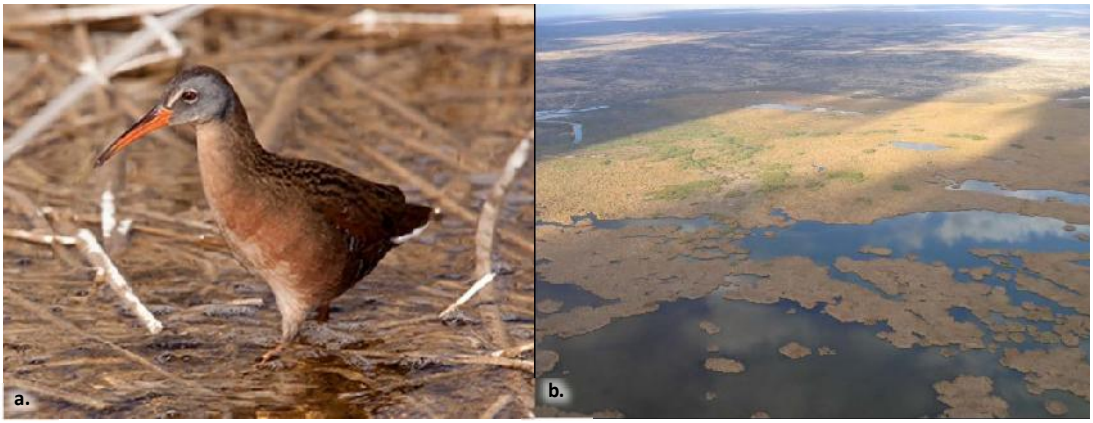


Figura 18. Palmoteador de Yuma en la Ciénaga de Santa Clara (Tribuna de San Luis, 2017) y Hábitat del Palmoteador de Yuma en la RBAGyDRC (CONANP y SEMARNAT, 2010)

La Ciénega de Santa Clara provee hábitat crítico para las cuatro especies mencionadas, con una abundancia estimada de 405 Ralitos Negros, 7152 Rascones Limícolas, 8652 Garcitas de Tular y 8642 Palmoteadores de Yuma. Las poblaciones de estas especies se han mantenido estables desde 1999, aunque con fluctuaciones en algunos años. Otros humedales también proveen hábitat importante, especialmente El Doctor para Ralito Negro y Rascón Limícola, los ríos Hardy y Colorado para Palmoteador de Yuma y Garcita de Tular, y Laguna del Indio para Palmoteador de Yuma (Hijojosa-Huerta *et al.,* 2013, Pronatura, 2014).

El mantenimiento de la dinámica de marismas y el manejo de la vegetación emergente de tule (*Typha domingensis)*, carrizo (*Phragmytes australis*) y junco (*Scirpus* spp), ha propiciado el aumento poblacional del Palmoteador de Yuma. La temporalidad del hábitat influye en la calidad y tamaño del espejo de agua, ya que la gran mayoría humedales depende de flujos manejados y solo un 10% se mantiene de manera natural con influencia de mareas y de pozos. Por lo tanto, los principales factores que influyen en la abundancia de estas especies, es el hábitat adyacente a los humedales y la presencia de químicos y tóxicos (Pronatura, 2014).

En cuanto al orden quirópteras, con la transformación del hábitat natural a campos agrícolas ha disminuido su biodiversidad, lo que incide directamente en procesos ecológicos como es la polinización y el control de insectos que potencialmente se tornan como plagas (observación personal de Jorge Brambila, 2017). En la región del Delta del Río Colorado se han registrado nueve especies de murciélagos, esto corresponde al 45% de la quiropterofauna estatal. Las especies mejor representadas corresponden a *Pipistrellus hesperus*, *Macrotus californicus*, *Antrozous pallidus*, *Myotis californicus*, *M. yumanensis*, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis* (Guevara-Carrizales *et al.,* 2013) (Figura 19).



Pipistrellus hesperus
(cabezaprieta.org)



Macrotus californicus
(planet-mammiferes.org)



Antrozous pallidus
(ryanphotographic.com/)

Figura 19. Quiropterofauna reportada en la región del Delta del río Colorado

Los valores indican que la región del delta tiene baja riqueza para este grupo, en relación a otras áreas de Baja California, lo que podría relacionarse a la poca heterogeneidad ambiental y las temperaturas extremas de la región. Con base a la presencia de elementos estructurales del hábitat que son indispensables para la sobrevivencia de quirópteros como la existencia de refugios, la presencia de cuerpos de agua y áreas con cobertura vegetal como zonas riparias, las áreas importantes para la conservación de los murciélagos, corresponden a: el Río Colorado, la Sierra Cucapá, el Río Hardy, la Ciénega de Santa Clara, los humedales del Doctor (Guevara-Carrizales *et al.,* 2013), así como aquellas zonas límites de la Reserva donde se han registrado especies endémicas como es el caso de la Bahía de San Jorge donde se distribuye el murciélago pescador *(Myotis vivesi)*, restringido a las costas e islas del Golfo de California (FIR, 2011).

En cuanto a especies de mamíferos terrestres, la transformación del ecosistema, podría haber impactado en las poblaciones de castor (*Castor canadiensis*), aunque no se cuentan con estudios concretos en el tema. Se sugiere que al extender la reforestación con álamos y sauces, es posible que la población de castores se incremente en la parte baja del río Colorado (observación personal de Gorgonio Ruiz Campos, 2017).

Tendencia

Se consideró que la tendencia se mantendrá **estable.** Sin embargo, es recomendable llevar a cabo más investigación sobre del estado actual de conservación de especies bajo algún grado de amenaza, iniciar planes de recuperación, proyectos de control de ganadería y erradicación de especies exóticas, favorecer las condiciones hidrológicas de todo el sistema, así como la vegetación nativa y retroalimentar el Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera.

Ambiente marino

Estado

Los expertos calificaron el estado como **aceptable** y enlistaron las especies indicadoras, focales y claves en el ambiente marino (Tabla II).

Tabla III. Especies indicadoras, clave y focales para el ambiente marino de la RBACGyDRC, según opinión de expertos en el taller 2017

Especie	Nombre común	Nombre científico	Imagen
Indicadoras	Pejerrey	*Leuresthes sardina*	 SEMARNAT y CONANP, s/f
	Tiburón ballena	*Rhincodon typus*	 https://upload.wikimedia.org/
	Sardina bocona (alimento para peces y aves)	*Cetengraulis mysticetus*	 http://www.fishbase.org/summary/548
	Grupo de zooplancton (mantiene el resto de comunidad marina)		 https://www.microscopy-uk.org.uk/
	Medusa bola de cañón	*Stomolophus meleagris*	 http://medusas.wiki/

	Especies de microalgas asociadas a mareas rojas		 http://www.milenio.com/
	Totoaba	*Totoaba macdonaldi*	 http://3.bp.blogspot.com
	Curvina	*Cynoscion othonopterus*	 José R. Campoy-Favela
Clave	Comunidad de zooplancton		 https://www.vistaalmar.es/images/stories/fotos-40/zooplancton.jpg
	Vaquita marina	*Phocoena sinus*	 https://encrypted-tbn0.gstatic.com/
Focales	Totoaba	*Totoaba macdonaldi*	 https://i.ytimg.com/
	Tortugas	Prieta (*Chelonia agassizii*)	

http://pronatura-noroeste.org/

Tiburón ballena *Rhincodon typus*



http://www.bioenciclopedia.com/

El ecosistema marino parece mantenerse saludable, con base en la presencia de las especies clave (Brusca *et al*., 2017). Si bien especies focales como la totoaba y vaquita marina se encuentran en un estado delicado, su abundancia no parece tener efectos cascada sobre el ecosistema (CIRVA, 2017; C4ADS, 2017). La presencia de especies como la medusa bola de cañón y mareas rojas pueden ser indicadores de deterioro ambiental (contaminación, sobre-pesca). Sin embargo, no debe perderse de vista que sus altas densidades también pueden estar relacionadas con factores oceanográficos complejos que se dan en la región (Pandolfi *et al.,* 2005; Girón-Nava *et al*., 2012).

El pejerrey, es una especie endémica del Mar de Cortés pero actualmente su principal población se encuentra en el Alto Golfo de California, dentro de la Reserva (SEMARNAT y CONANP, s/f,a). La presencia de pejerrey en playas el Gofo de Santa Clara es un indicador de las condiciones óptimas que persisten en el ambiente marino-terrestre en esta zona; todo los años entre marzo y junio, miles de peces desovan en la arena de las playas del Golfo de Santa Clara (SEMARNAT y CONANP, s/f,a) (Figura 20).



Figura 20. Evento de desove del pejerrey en áreas de la Reserva (SEMARNAT y CONANP, s/f a)

Este evento atrae a turistas y habitantes locales; algunos para observar simplemente y otros para recolectar algunos especímenes como una actividad de recreación o para uso alimenticio. Actualmente se realizan campañas de sensibilización para evitar alteraciones del hábitat, que afectan el ciclo normal de desove, el éxito reproductivo e interrupciones en la cadena alimenticia (Figura 21) (SEMARNAT y CONANP, s/f,b)

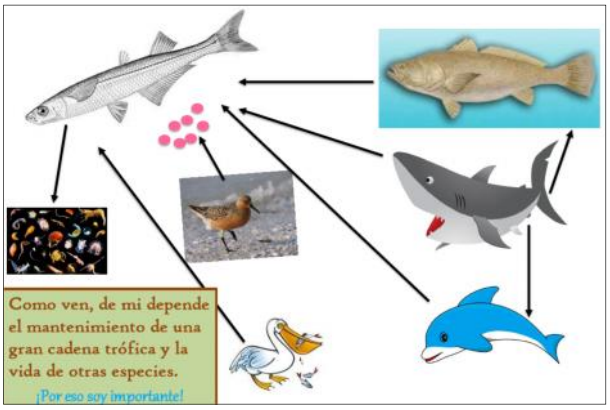


Figura 21. Pejerrey en la cadena alimenticia marina (SEMARNAT y CONANP, s/f a)

Por su parte, la totoaba (*Totoaba macdonaldi)* es una especie endémica del Golfo de California. Debido a la sobre-pesca entre las décadas de 1930 y 1960 3 y el cambio de su hábitat por la construcción de las presas Hoover (1930) y Gleen Canyon (1950), su población disminuyó alarmantemente. Actualmente es una especie protegida en la categoría de "en peligro de extinción" (NOM-059-SEMARNAT-2010), se encuentra en la Lista Roja como "En Peligro" en el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas (CITES). Aparentemente la pesca de totoaba ha continuado a pesar de la veda establecida, además se ha documentado la mortalidad de juveniles por los arrastres de barcos camaroneros (De Anda-Montañez *et al.,* 2013).

Una de las principales causas de su pesca ilegal e irregular es la demanda de su vejiga natatoria, principalmente en los mercados de Hong Kong y Sur de China, la cual es empleada en la medicina tradicional china para la supuesta curación de problemas circulatorios y afecciones de piel. (Figura 22) (EIA, 2016).



http://trumanfactor.com/wp-content/uploads/2014/08/pescadores.jpg



https://cdn.20m.es/img2/recortes/2017/01/14/404799-761-453.jpg

Figure 22. Actividades de pesca desde el siglo pasado de la totoaba con fines alimenticios y para la extracción de la vejiga natatoria

Como se señaló antes, la distribución de la totoaba en el Golfo de California sigue siendo amplia, desde la boca del Río Fuerte en Sinaloa, hasta la boca del río Colorado en Sonora y por la costa de la Península desde la boca del Río Colorado hasta la zona de las Islas El muerto y San Luis (Las Encantadas) e incluso más al sur de Bahía Concepción, B.C.S.. La distribución y captura ha ocurrido históricamente en las áreas vecinas a la boca del río Colorado de febrero a abril, cuando la totoaba sigue un patrón de migración ontogenético con propósitos reproductivos. Hay evidencia de que se matienen poblaciones saludables (De Anda-Montañez *et al.,* 2013).

En otro estudio se evaluó la diversidad genética con la intención de conocer el número de unidades poblacionales y sí la explotación pesquera en el siglo pasado tuvo un efecto en el potencial evolutivo de la especie; además se efectuó un análisis demográfico para conocer el estado de la población y se identificaron los parámetros demográficos más relevantes de la totoaba en el Golfo de California. Los resultados permitieron concluir que la totoaba no sufrió una pérdida de diversidad genética cuantificable debido al colapso poblacional que sufrió a mediados del siglo pasado; sin embargo, mediante métodos de coalescencia, se detectó una importante reducción en el tamaño efectivo poblacional ancestral hace 7,413 años. El tamaño efectivo poblacional actual, permite mantener el potencial evolutivo de la especie, así como implementar medidas de conservación a largo plazo. La totoaba aún conserva sus características de historia de vida en el Golfo de California. El análisis demográfico mostró que la población tiene el potencial de crecimiento bajo condiciones de no pesca. Esto sugiere que la población de totoaba en el Golfo de California, no se dirige hacia la extinción, sin embargo, dadas sus características de historia de vida es una especie vulnerable a la sobreexplotación (Valenzuela, 2014).

Por su parte, la vaquita marina (*Phocoena sinus*) es el cetáceo más pequeño amenazado de extinción. Entre 2011 y 2015, la población disminuyó casi 80% debido principalmente a la captura ilegal en redes agalleras de la totoaba. Actualmente, se estima que al menos 60 individuos sobreviven (EIA, 2016).

Según el 9 Encuentro del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA-9), realizado en La Jolla, California en Abril de 2017, las condiciones de amenaza persiste sobre la especie principalmente por la continua y elevada pesca ilegal de la totoaba. Al existir una población tan reducida de la Vaquita, no existe mucho optimismo sobre su recuperación (CIRVA-9, 2017).

Tendencia

La tendencia para el ambiente marino se calificó como **estable.** La vaquita marina sería la única especie marina que se encuentra en un nivel crítico y su recuperación parece ser poco factible (observación personal de Catalina López-Sagástegui, 2017).

Se debe generar un mayor entendimiento sobre la problemática de las especies en riesgo para fortalecer los procesos que permitan la conservación de estas especies en el largo plazo (Pronatura, 2014). Los esfuerzos deben buscar soluciones internacionales, no solo porque Estados Unidos y México comparten la biodiversidad registrada en la Reserva, sino porque algunos problemas por pesca ilegal, caza y demanda turística podrían tener una mejor solución si en otros países se reforzaran también las medidas de conservación.

10. Especies en riesgo: ¿Cuáles son el estado y la condición de las especies de preocupación común para la conservación y cómo están cambiando?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los especialistas calificaron el estado como **aceptable.** Se consideraron las siguientes especies terrestres de preocupación común: Pez cahorrito del desierto, Camaleón del gran desierto (cola aplanada), Ralito negro, Palmateador de Yuma, Gorrión sabanero, Mosquero saucero, Garcita del tular, Chorrito nevado, Ostrero mexicano, Playero rojizo, Gallito menor, Palo fierro, Saladillo y Pasto salado.

Existen dos especies de plantas que son endémicas, el pasto salado *(Distichlis palmeri)* a la costa del Golfo de California, y el saladillo *(Suaeda puertopenascoa)* la cual existe solamente en los esteros del norte de Sonora y se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; así como las biznagas *(Ferocactus cylindracus),* y *Encila ravenii,* de las cuales se tienen poco registros, por lo que es necesario ampliar los estudios y monitoreos de sus poblaciones.

La especie palo fierro *(Olneya tesota)* es endémica del desierto de Sonora y se encuentra bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a la presión de uso para producción de carbón, artesanía y forraje en los estados de Sonora y Baja California. De esta especie dependen entre 65 y 200 especies de plantas perennes que crecen cerca o debajo de su copa, en especial aquellas de corta vida y las anuales. Aunque se encuentra protegida aún hay extracción ilegal de madera por ejemplo en cercanías de la Reserva de la Biosfera del Pinacate (CONABIO-CONANP, 2009)

Las poblaciones del pez cachorrito del desierto *(Cyprinodon macularius*), históricamente han declinado en varias localidades del bajo Río Colorado, con casos de extirpación en el Ejido Nayarit (Sinaloa), la desembocadura del canal Welton-Mohawk y el Ejido Luis Encinas Johnson (Ciénaga de Santa Clara); sin embargo, hay dos poblaciones que se mantienen estables en los humedales de la Ciénaga de Santa Clara y El Doctor (Varela-Romero *et al.* 2002, Ruiz-Campos *et al.* 2014).

En cuanto a anfibios y reptiles, 73 especies, que representan al 39% de anfibios y reptiles de Sonora, están dentro de la clasificación especial contenidas en la "Lista de especies en riesgo" o la lista roja de IUCN. Aunque probablemente algunas de las especies no justifican una clasificación especial en Sonora, en general las amenazas a los anfibios y reptiles se han extendido. En particular, las tortugas marinas de Sonora y los ránidos están en peligro. A pesar de estas amenazas, existen oportunidades importantes para su conservación (Rorabaugh, 2008).

Entre las aves destacan por su carácter endémico y por estar en peligro de extinción el ralito negro de California (*Laterallus jamaicensis coturniculus*), rascón limícola (*Rallus limicola*), palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) Las especies sujetas a protección

especial; cuyos hábitats críticos son los tulares de la Ciénega de Santa Clara, con presencia de carrizo *(Phragmytes australis)* y junco *(Scirpus spp.)*. Además, hay dos paseriformes (*Empidonax traillii brewsteri* y *Vireo bellii arizonae*) cuyas poblaciones requieren ser evaluadas en la región del bajo Río Colorado, ya que ambas se encuentran en declive por la reducción de los bosques ribereños de álamo-sauce (CONANP, 2007) y en general por la disminución de humedales.

Tendencia

La tendencia se calificó como **estable**. Las labores de conservación han sido claves para la recuperación de poblaciones de algunas especies. Sin embargo, es fundamental continuar con la implementación de programas de restauración, reforestación, educación ambiental, recuperación de cuerpos de agua y considerar la creación de sistemas de humedales artificiales. Así como fortalecer las herramientas legales y los acuerdos binacionales relacionados con la conservación de las cuencas de la Reserva.

Ambiente Marino

Estado

El estado se calificó como **deficiente.** Los especialistas consideraron las siguientes especies marinas de preocupación común: vaquita marina, totoaba, tiburón blanco, callo escarlopa. Adicionalmente, otras especies de importancia común con presencia esporádica son: ballena jorobada, tiburón ballena, tortuga laud, tortuga carey, tortuga verde, tortuga prieta, tortuga lora, tortuga caguama, y lobo marino.

En el caso de callo escarlopa (*Spondylus calcifer)*, las poblaciones han disminuido en algunas localidades, donde ya no es posible su aprovechamiento. En Puerto Peñasco los buzos comerciales tomaron la iniciativa de incentivar medidas sobre esta y otras especies de moluscos a través de vedas y zonas de reserva, logrando una recuperación de las poblaciones hacia el norte del Golfo de California. Mediante censos submarinos realizados entre 2006 y 2009 se observó que las densidades de este recurso en la mayoría de arrecifes de Puerto Peñasco se han mantenido por arriba de los 5 organismos por cada 100 m^2 (PANGAS 2012, Villalejo-Fuerte *et al.* 2015).

La estructura poblacional de la totoaba se ha recuperado en algunas localidades, con evidencia ya mencionada en la pregunta previa sobre ampliación en el rango de distribución. Sin embargo, la pesca ilegal recurrente aún genera presión sobre sus poblaciones, así como sobre otras especies, principalmente la vaquita marina.

Galván-Magaña *et al.* (2010) analizan la distribución potencial en el Golfo de California del tiburón blanco *(Carcharodon carcharias),* a través de reportes en literatura, avistamientos y de partes halladas o por fotografías. En total se obtuvieron 38 registros de 17 localidades en el Golfo de California; en el Golfo de Santa Clara (Sonora) se ubica el mayor número de avistamientos y capturas (13), seguido por Santa Rosalía (4), y las Islas San Pedro Mártir y San Pedro Nolasco con tres cada una (Figura 23). Las capturas de tiburón blanco ocurrieron en la

pesca de totoaba y camarón a través de redes de arrastre y enmalle, a diferentes profundidades (9 – 90 m). Asimismo, el avistamiento realizado por buzos a profundidades de 30 – 40 m cerca de las Islas San Pedro Mártir y San Pedro Nolasco brinda información valiosa sobre esta especie.

El tiburón blanco es una especie incluida en la NOM-059, que prohíbe su captura para fines comerciales. Sin embargo, no hay mecanismos suficientes para implementar medidas de protección en México y actualmente continúa la captura por métodos artesanales de pesca en el Golfo de California (Galván-Magaña *et al.*, 2010).

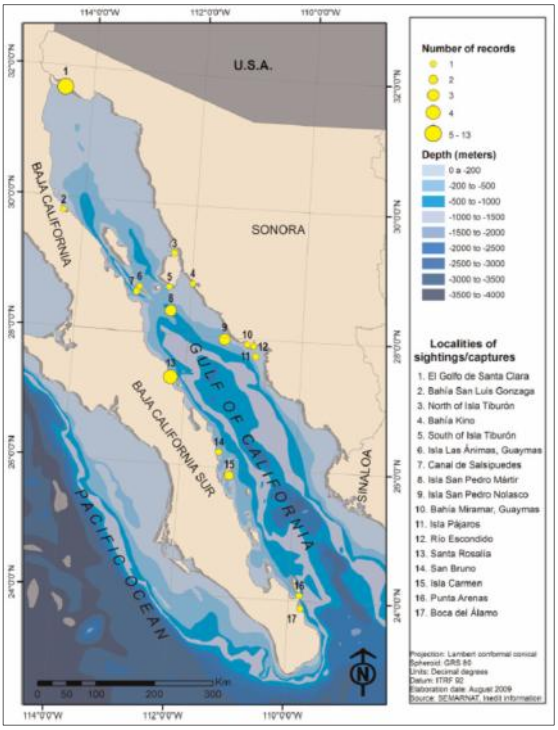


Figura 23. Localidades y frecuencias de registros de tiburón blanco en el Golfo de California (Galván-Magaña et al., 2010).

La población de vaquita marina muestra una tendencia alarmante de disminución (CIRVA, 2016 y 2017; C4ADS, 2017; Taylor *et al.,* 2016; Jaramillo *et al*., 2017). Se considera el mamífero marino más amenazado del mundo, la trayectoria hacia su extinción parece difícil de cambiar. Al no generar políticas que busquen un balance entre conservación y bienestar social se puede seguir generando un efecto negativo sobre ésta y las demás especies con las que coexiste (Cisneros-Montemayor y Vincent, 2016). Los esfuerzos de inspección y vigilancia son muy importantes y deberán funcionar de la mejor manera para ayudar a frenar o revertir las tendencias actuales, de esta forma la biodiversidad dentro y fuera del polígono de la Reserva se beneficiará (Pliego-Moreno *et al*., 2016).

Tendencia

La tendencia se calificó **estable**, al no vislumbrarse cambios sobre las presiones actuales al sistema ecológico de la Reserva la tasa de disminución en la población de la vaquita marina es

alarmante (CIRVA, 2017).

11. Especies exóticas: ¿Cuál es el estado de las especies exóticas y cómo están cambiando?



Ambiente terrestre/costero

Estado

El estado fue calificado como **deficiente**. Las alteraciones del cauce original del Río Colorado, base de los ecosistemas regionales, han producido cambios en el régimen hidrológico que han favorecido el establecimiento de plantas y animales exóticos. Se considera que más de 150 especies nativas en la cuenca están en riesgo (Pitt *et al.,* s/f).

En la cuenca del Río Colorado se han documentado 62 especies de peces exóticos, de las cuales 23 han sido registradas en territorio mexicano. De las especies exóticas registradas en el Bajo Río Colorado, 18 especies son originarias de las aguas continentales de la vertiente del Atlántico de Norteamérica, tres de la región etiópica o africana y dos de Eurasia. En cuanto a las principales actividades de uso, nueve especies han sido introducidas con fines de pesca deportiva (Figura 24), seis como forrajeras, cinco para la acuicultura, dos para acuarismo, y una para control biológico (Ruíz-Campos *et al.,* 2016).



Figura 24. Mojarra oreja azul (Lepomis macrochirus), *especie introducida para pesca deportiva en la cuenca del río Colorado (Ruíz-Campos* et al., *2016)*

Antes de las obras hidráulicas, canalización de las aguas e introducción de especies exóticas, la ictiofauna nativa registraban especies como: *Gila elegans* y *Ptychocheilus lucius*, el catostomido *Xyrauchen texanus*, y el ciprinodontido *C. macularius.* Actualmente sólo quedan poblaciones remanentes de pez cachorrito del desierto *(Cyprinodon macularius)* las demás especies fueron eliminadas desde principios del siglo pasado, debido a los fuertes cambios en los niveles de flujo de agua y a la alteración progresiva de los hábitats por la expansión agrícola en el valle de Mexicali. Asimismo, la invasión de peces exóticos río abajo, fue promovida por la construcción de las presas en el río Colorado de la porción de California y Arizona (Varela-Romero *et al.,* 2002; Andreu-Soler e*t al.,* 2014).

La densidad poblacional del pez cachorrito del desierto se ha visto reducida por la presencia de las especies exóticas tilapia panza roja (*Tilapia* subsp *zillii*) y topote velo negro (*Poecilia latipinna*) (Varela-Romero *et al.* 2003). La población de la especie nativa es más abundante en las lagunas hipersalinas de la Planta Geotérmica de Cerro Prieto (BC), donde los peces exóticos están ausentes; por ende hay un efecto de competencia y afectación del factor de condición somática para el pez cachorrito del desierto por presencia de especies exóticas invasoras. La condición somática es un indicador ecofisiológico de las reservas de energía en los tejidos de los individuos de acuerdo a la disponibilidad de alimento, hábitat, competencia, depredación, factores físicos, contaminación, entre otros; por lo tanto, una condición somática baja, puede afectar negativamente al crecimiento, supervivencia, primera madurez y/o esfuerzo reproductivo en las diferentes fases de la historia vital de los peces (Andreu-Soler e*t al.,* 2014; Varela-Romero *et al.,* 2003).

Actualmente la distribución y abundancia de especies exóticas se mantiene (y potencialmente se incrementa) debido al constante paso de estas especies a través de los canales que alimentan los humedales como la Ciénaga de Santa Clara y El Doctor. Entre las principales especies invasoras se han registrado: carpa (*Cyprinus carpio*), tilapia (*Tilapia* spp), pez mosquito (*Gambusia affinis*), lobina (*Micropterus salmoides*), bagre (*Ictalurus* spp.), lisa (*Mugil cephalus)* (Figura 25) (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010), y se debe reducir la posibilidad de extensión de colonización del pez diablo (*Hypostomus* spp. y *Pterygoplichthys* spp.), debido a que se ha confirmado su presencia en la Reserva (observación personal de Sergio Pérez, 2017).

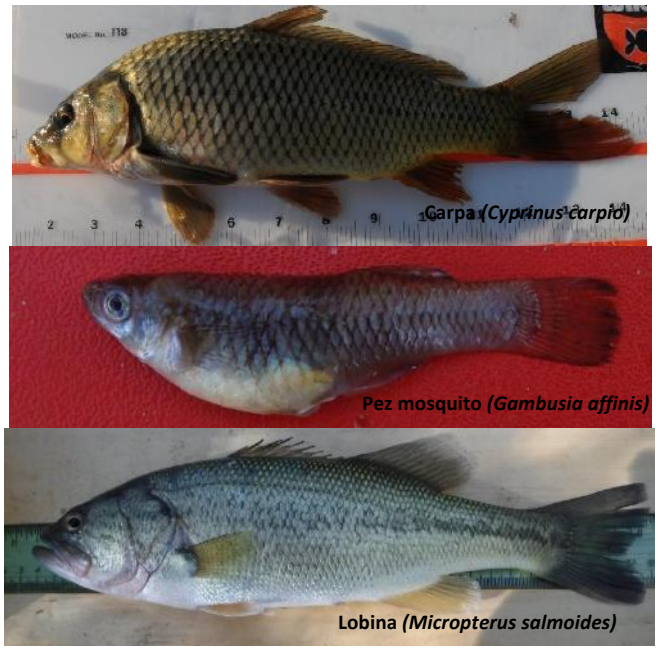


Figura 25. Especies de peces invasores en los sistemas de humedales de la RBAGyDRC (Ruíz-Campos et al., 2016)

Algunas especies de anfibios (particularmente del grupo Anura) se han contagiado de un enfermedad de hongos en la piel llamada Quitridiomicosis, causada por el hongo Batrachochytrium o “Bd” , que pudo haberse dispersado por el mundo por las introducciones de *Xenopus laevis* provenientes de África (Figura 26) (Rorabaugh, 2008).

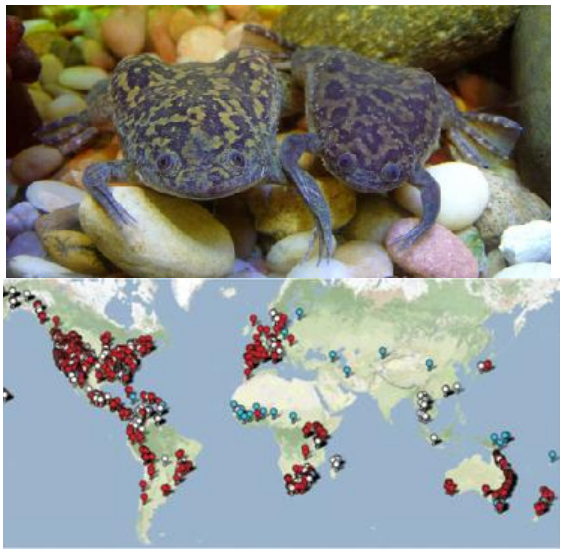


Figure 26 Anfibio *Xenopus laevis* introducida en el mundo y potencial portador de “Bd”y su istribución de en el mundo (wikimedia, 2017)

Por otra parte, existen diversos factores que propician la invasión de especies de flora exóticas, entre las que destacan la siembra ocasional para agricultura, planes inadecuados de reforestación, transporte accidental de semillas por turistas o en el pelaje de animales (p.ej. caballos y mulas), y la alteración de hábitats por causas naturales o antrópicas como los incendios, debido a que el fuego puede fomentar el cambio en la composición de la comunidad florística y las especies nativas no pueden competir con las exóticas invasivas en la etapa de establecimiento, al no tolerar la salinidad en el suelo y la falta de agua (Felger, 2000; Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010).

A pesar de que la salinidad de algunos cuerpos de agua ha limitado la expansión de plantas exóticas, el delta del Río Colorado ha sufrido la invasión de pino salado *(Tamarix spp.)*, el olivo ruso *(Elaeagnus angustifolia)*, salvinia gigante *(Salvinia molesta)* y najas *(Najas marina);* desplazando la vegetación nativa. En consecuencia, varias especies de aves se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, incluyendo al papamoscas Saucero del Suroeste (*Empidonax traillii extimus*), al palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*), al ralito negro de California (*Laterallus jamaicensis coturniculus*) y al cucú pico amarillo (*Coccyzus americanus*) (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010).

La restauración de especies nativas ha avanzado en algunos sitios, en los que se lleva a cabo la remoción de especies exóticas y la plantación de especies nativas, principalmente mezquite dulce (*Prosopis glandulosa*), mezquite tornillo (*Prosopis pubescens*), sauces y álamos (Figura 27) (Hinojosa-Huerta y Carrillo-Guerrero, 2010).



Figura 27. Actividades de remoción de pino salado para para plantar álamos, sauces y mezquites (univision.com)

Tendencia

La tendencia se calificó como ***estable***. Las condiciones actuales de los humedales se mantienen en el corto y mediano plazo, por lo que no se esperan cambios de relevancia en la composición íctica de los humedales Ciénaga de Santa Clara y El Doctor. Se espera que continúen a labores de restauración por las que se han reducido las poblaciones de pino salado y otras especies vegetales exóticas.

Ambiente marino

Estado

Los expertos calificaron el estado como **bueno**. Hasta el momento no se cuenta con muchos registros de especies exóticas. Algunos casos corresponden al reporte de 39 especies de invertebrados marinos: 14 esponjas, siete crustáceos y moluscos, seis poliquetos (Figura 28), tres ascidias y dos briozoos (Tovar-Hernández et al. 2014). Aunque la mayoría de estos registros se han observado a la altura del estado de Sinaloa, es una de las evidencias importantes para generar acciones puntuales que impidan la expansión a zonas de la Reserva y otras áreas del continente.



Figura 28. Poliquetos introducidos en el Golfo de California. a, b) *Alitta succinea*, c, d) *Branchiomma bairdi*, e) *Myrianida* cf. *pachycera*, f) *Hydroides sanctaecrucis*, g) *H. diramphus*, h) colonias de *B. bairdi*, i) tubos de *Ficopomatus miamiensis* (Tovar-Hernández et al. 2014).

Tendencia

Se estimó que la tendencia es **estable**. Los expertos señalaron que el impacto de las especies exóticas sobre los ecosistemas podría aumentar de no tomarse acciones puntuales que prevengan la colonización de especies potencialmente invasoras en áreas de la Reserva. Para ello es necesario focalizar estudios, realizar monitoreos continuos y actualizar la información sobre el estado poblacional de especies nativas y exóticas en todos los niveles taxonómicos.

12. Biodiversidad: ¿Cuál es el estado que guarda la biodiversidad y cómo está cambiando?

Terrestre/ Costero	*Marino*
	

Ambiente terrestre/costero

Estado

Los expertos coincidieron en la complejidad de generar conclusiones sobre el estado global de la biodiversidad en el sistema de la RBAGyDRC, teniendo en cuenta las problemáticas mencionadas a lo largo de la jornada de trabajo, además se reconoció que existen vacíos de información para algunos grupos de especies de invertebrados, anfibios y reptiles, así como de especies exóticas invasoras. Por ello hubo definiciones contrastantes sobre el estado, sin embargo, con base en el conocimiento actual y a las evidencias presentadas en las anteriores preguntas, el estado general fue calificado como **aceptable**.

Considerando la línea base (décadas de 1930 y 1940), se considera que han ocurrido cambios profundos en la biodiversidad. Se han observado desde extirpaciones hasta deterioro de comunidades en humedales. Mientras que en la zona desértica no ha habido cambios sustanciales y aún es baja la influencia humana. Las alteraciones hoy en día persisten, sin embargo, se ha considerado que la degradación no aumentará en el mediano plazo (ver pregunta 1).

En el ambiente dulce-acuícola, el estado podría calificarse como deficiente, de acuerdo a la presión sobre especies nativas como el pez cachorrito del desierto. Hasta la fecha se han desarrollado procesos de restauración ecológica (Río Colorado y Río Hardy) y se esperan mejorías en las condiciones del hábitat y de la biodiversidad.

La zona mantiene un número considerable de especies de aves tanto migratorias como residentes. Se reportan aproximadamente 370 especies de aves en el delta, 250 en la Ciénega de Santa Clara y el Doctor, como sitios prioritarios de conservación. Debido a la declaratoria de la Red Hemisférica de Aves Playeras (RHAP), se ha propiciado la estabilidad de la avifauna, por ejemplo, en la Isla Montagne.

Tendencia

La tendencia se calificó como **estable.** El ecosistema mantiene una estabilidad en sus procesos y funciones, por ende se cree que no ocurrirán cambios drásticos en los próximos cinco años, que pudieran tener un efecto significativo sobre la diversidad biológica.

Ambiente marino

Estado

El estado fue calificado como **bueno**. Los investigadores califican al ecosistema marino como sano o resiliente, lo cual significa que sus componentes (especies y procesos ecológicos, biológicos) están saludables y funcionando adecuadamente (Brusca *et al.,* 2017). Existen amenazas particulares (uso de redes de arrastre, por ejemplo) que deben monitorearse para conocer su estatus e impacto (Aburto-Oropeza *et al.,* 2017). Aunque la posible extinción de la vaquita marina es un tema de preocupación, desde la perspectiva ecosistémica, ésta no impactaría al funcionamiento del ecosistema.

La zona del Alto Golfo mantiene en general su composición íctica y de especies de invertebrados. En el informe de avance de monitoreo de zooplancton 2013 – 2014, se detectaron especies marinas indicadoras de condiciones salobres como camarón, almeja del Río Colorado, curvina golfina y totoaba, en el estuario. Las muestras fueron tomadas en la estación denominada Laguna, desde junio de 2013 hasta octubre de 2014 (Saldierna *et al.,* 2014) (Figura 29).

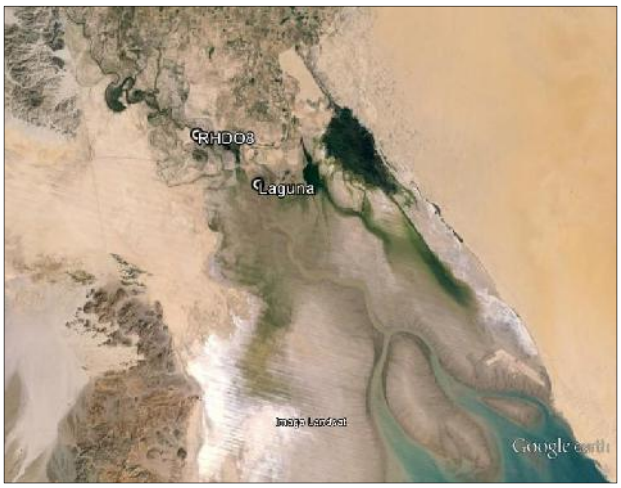


Figura 29. Localización del área de estudio y posición de los sitios de recolecta de zooplancton (Saldierna *et al*., 2014)

Por grupos taxonómicos, el grupo de copépodos tuvo una mayor frecuencia de aparición, seguido de portúnidos y decápodos. En cuanto al ictioplancton, se encontraron 16 formas de larvas de peces, y una de huevo. Por importancia ecológica la especie curvina golfina *(Cynoscion othonopterus)* ocupó el primer lugar en abundancia y en la única que se encontraron productos del desove, seguida de *Colpichthys hubbsi*, *Gillichthys detrusus*, *Elops affinis*, *Anchoa mundeoloides*, *Dormitator latifrons* y *Eucinostomus currani* (Figura 30) (Saldierna *et al.,* 2014).

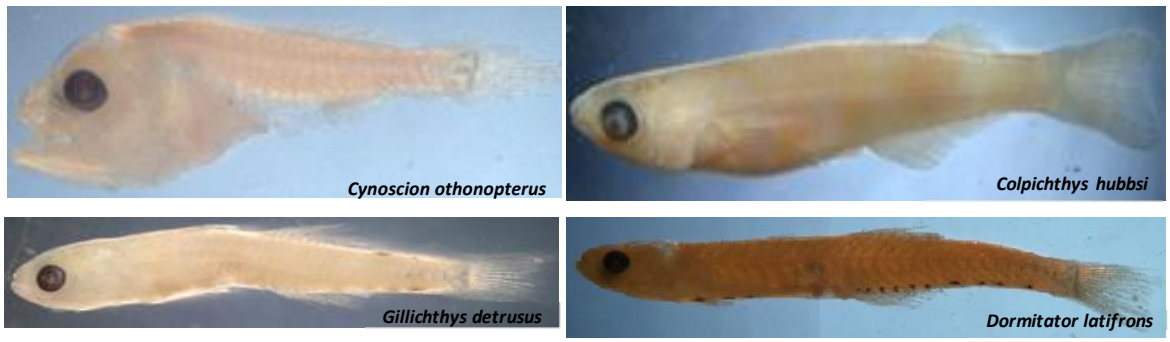


Figura 30. Larvas de peces encontradas en áreas de la Reserva (Saldierna *et al*., 2014).

Debido a la importancia íctica de la zona, se debe resaltar que el ecosistema acuático-ribereño ha disminuido su diversidad biológica nativa, siendo reemplazada por especies exóticas resistentes a la dinámica ambiental actual (observación personal de Gorgonio Ruiz Campos, 2017). No se cuenta con información sobre la recuperación en la población de totoaba, pero hay evidencia de la presencia del pez no solo dentro de la Reserva sino en otras partes de su rango histórico natural de distribución. Sin embargo, debido a los casos alarmantes de amenaza sobre la vaquita marina por sobrepesca de totoaba, se debe mantener el interés por reforzar las estrategias de conservación.

Sobre otros recursos vivos, se ha reportado la presencia de Tiburón ballena, Tiburón blanco, Ballena jorobada, Tortugas marinas, Pejerrey, Camarón, Cangrejo violinista, entre otras especies; y hasta el momento no hay registro de pérdida de alguna especie marina de la zona de Reserva.

Tendencia

La tendencia para el ambiente marino se calificó como **estable**. El Alto Golfo ha sido reconocido como un área de alta productividad y biodiversidad. Salvo el caso de la vaquita marina, se mantiene su composición íctica, de invertebrados y endemismos, así como las interacciones ecológicas. Por la importancia biológica y ecológica de la Reserva se deben elevar los objetivos de investigaciones y acciones de control, manejo, reforestación y restauración ecológica.

Referencias bibliográficas

Aburto-Oropeza, O., C. López-Sagástegui, M. Moreno-Báez, I. Mascareñas-Osorio, V. Jiménez-Esquivel, A.F. Johnson, B. Erisman. 2017. Endangered Species, Ecosystem Integrity, and Human Livelihoods. Conservation Letters.

Andreu-Soler, A., G. Ruiz Campos, A. Varela-Romero. 2014. Impacto de los peces exóticos sobre la condición somática del pez en peligro de extinción *Cyprinodon macularius (*Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae) en la cuenca baja del Río Colorado (México). *En:* Low Pfeng, A.M., P.A. Quijón, E. M. Peters Recagno. 2014. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. SEMARNAT, INECC. UPEI. México. 643 p.

Ávila-Martínez, A. y V. Ricárdez-García. 2017. Análisis sociocultural para la identificación de actividades económicas complementarias a la pesca ribereña en el Corredor Biológico y Pesquero Puerto Peñasco-Lobos. Centro intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO). Ensenada. Informe Parcial.

Bureau of Reclamation. 2017. Projects & Facilities. U.S. Department of the Interior. En https://www.usbr.gov/projects/facilities.php?type=Dam. Consulta 18/09/2017.

Brusca, R. C., S. Álvarez-Borrego, P. A. Hastings, L. T. Findley. 2017. Colorado River flow and biological productivity in the Northern Gulf of California, Mexico. Earth-Science Reviews 164: 1-30

C4ADS. 2017. Hooked: How demand for a protected fish lined the pockets of mexican cartels & sunk the future of an endangered porpoise species. https://c4ads.org/latest-release/. Consulta 18/09/2017.

Carrera-Villa, E.J., J. Ramírez-Hernández. 2014. Propuesta para mejorar la eficiencia hidráulica utilizando modelación hidrodinámica. Caso de estudio humedal artificial “Las Arenitas”. En: Avances en Investigación Ambiental en la UABC, Medioambiente y Sustentabilidad 2014. Carreón-Diazconti, C., S Ahumada-Valdez, E Ramírez-Barreto (Coord.). Universidad Autónoma de Baja California.

Carrillo-Guerrero, Y., K. Flessa, O. Hinojosa-Huerta, L. López-Hoffman. 2013. From accident to management: The Cienega de Santa Clara ecosystem. Ecological engineering, 59: 84-92.

Carriquiry, J. D., A. Sánchez. 1999. Sedimentation in the Colorado River delta and Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. Marine Geology, 158(1): 125-145.

Carriquiry, J. D., J.A. Villaescusa, V. Camacho-Ibar, L.W. Daesslé, y P.G. Castro-Castro. 2011. The effects of damming on the materials flux in the Colorado River delta. Environmental Earth Sciences, *62*(7): 1407-1418.

Cruz-Miramontes, R. 1975. El problema del Río Colorado y el Acta 242 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas. Universidad Nacional Autónoma de México.

CEDES. 2017a. Reporte técnico sobre la evaluación biológico-pesquero de la Curvina Golfina *(Cynoscion othonopterus,* Jordan y Gilbert, 1881), temporada 2017 en el Golfo de Santa Clara,

Sonora y Ejido Indiviso B.C., Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. México.

CEDES. 2017b. Monitoreo del pez cachorrito del desierto en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y su zona de influencia. Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (PROMANP) Componentes Monitoreo Biológico ejercicio 2016. Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. México.

CIRVA. 2016. Eighth Meeting of the Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA-8). Southwest Fisheries Science Center.

CIRVA-9. 2017. Ninth Meeting of the Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, CA

Cisneros-Montemayor, A. M., y Vincent, A. CJ. 2016. Science, society, and flagship species: social and political history as keys to *Ecology and Society* 21(2):9. http://dx.doi.org/10.5751/ES-08255-210209. Consulta 22/10/2017.

CONABIO-CONANP. 2009. Palo Fierro (*Olneya tesota*). Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D.F. http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/paloFierro.pdf. Consulta 18/09/2017.

Conacyt, 2015. Alto Golfo de California propenso a Florecimiento Algal Nocivo en temporada invernal. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En: conacytprensa.mx/index.php/centros-conacyt/boletinescentros/3388-alto-golfo-de-california-propenso-a-florecimiento-algal-nocivo-en-temporada-invernal. Consulta: 13/11/2017.

CONANP. 2007. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. México, D. F. 323 p.

CONAPESCA. 2011. Programa de Ordenamiento Pesquero de la curvina golfina en el Alto Golfo de California. SAGARPA-INAPESCA-CONAPESCA. 252 pp.

Cortés-Lara, A. A. 1999. Dinámicas y conflicto por las aguas transfronterizas del río Colorado: el proyecto All-American Canal y la sociedad hidráulica del valle de Mexicali. Frontera Norte, 11(21): 33-60.

COVI. 2014. CESPM. Nuestro Desafío. Desarrollo Sustentable en el Valle de Mexicali. Comisión del Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca. Organismo de Cuenca Península de Baja California y Municipio de San Luis Río Colorado, Presentación en la Sexta Sesión Ordinaria del 11 de diciembre del 2014. Mexicali, Baja California.

COVI. 2015. CONAGUA. Programa de Agua Limpia S047. Comisión del Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca. Organismo de Cuenca Península de Baja California y Municipio de San Luis Río Colorado, Presentación en la Séptima Sesión Ordinaria del 20 de febrero del 2015. Mexicali, Baja California.

COVI. 2016. OOMAPAS. Programa de Inversión en Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2016. Comisión del Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca. Organismo de Cuenca

Península de Baja California y Municipio de San Luis Río Colorado, Presentación en la Décima Sesión Ordinaria del 17 de agosto del 2016. Mexicali, Baja California.

De Anda-Montañez, J. A., García de León, F. J., Zenteno-Savín, T., Balart-Paez, E., Méndez-Rodríguez, L. C., Bocanegra-Castillo, N., Martínez-Aguilar, S., Campos-Dávila, L., Román Rodríguez, M. J., Valenzuela-Quiñonez, F., Rodríguez-Jaramillo, M. E., Meza-Chávez, M. E., Ramírez-Rosas, J. J., Saldaña-Hernández, I. J., Olguín-Monroy, N. O. y M. E. Martínez-Delgado. 2013. Estado de salud y estatus de conservación de la(s) población(es) de totoaba *(Totoaba macdonaldi)* en el Golfo de California: una especie en peligro de extinción. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur. Informe Final, SNIB-CONABIO. Proyecto No. HK050, México, D.F.

Díaz G, D. A. 2010. La Reserva Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y su Zona de influencia: planeación territorial y distribución espacial de actividades antropogénicas. Tesis (Maestra en Administración Integral del Ambiente). El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México.

Díaz G, D. A., Ojeda R, L. 2013. La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado: planeación territorial. El Colegio de Sonora. Región y Sociedad No. 58. ISSN 1870-3925.

DOF. 1997. NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación 06/01/1997. México. Diario Oficial de la Federación. 06 de enero de 1997.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2013. NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 11 de julio de 2013.

DOF. 2015. ACUERDO por el que se suspende temporalmente la pesca comercial mediante el uso de redes de enmalle, cimbras y/o palangres operadas con embarcaciones menores, en el Norte del Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. 10 de abril de 2015.

DOF. 2017. Donde se prohíben artes, sistemas, métodos, técnicas y horarios para la realización de actividades de pesca con embarcaciones menores en aguas marinas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos en el Norte del Golfo de California, y se establecen sitios de desembarque, así como el uso de sistemas de monitoreo para dichas embarcaciones. Diario Oficial de la Federación. 30 de junio de 2017.

EIA (Environmental Investigation Agency). 2016. Collateral damage: How ilegal trade in totoaba swim bladders is driving the vaquita to extinction.

Erisman B., Aburto Oropeza O., Gonzalez Abraham C., Mascareñas Osorio I., Moreno Baez M., Hastings PA. 2012. Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. Scientific Reports 2(284), doi:10.1038/srep00284

Erisman B., I. Mascareñas Osorio, C. López-Sagástegui, M. Moreno-Baez, V. Jiménez-Esquivel y M. Aburto Oropeza. A comparison of fishing activities between two coastal communities within a biosphere reserve in the Upper Gulf of California. Fisheries Research 164 (2015) 254–265.

Felguer, R. S. Flora of the Gran Desierto and Río Colorado, of Nortwestern México. The University of Arizon Press.

FIR-Ramsar. 2001. Humedales del Delta del Río Colorado. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

FIR. 2011. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar Versión 2009-2012. http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Sonora/Bah%C3%ADaSanJorge/HUMEDALES_BAHIA_SAN_JORGE.pdf. Consulta 10/12/2017.

Galindo-Bect, M. S., H.M. Page, R.L. Petty, J.M. Hernandez-Ayon, E.A. Aragón-Noriega, y H. Bustos-

Serrano. 2007. Temporal variation in the abundance of postlarval and juvenile blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) and brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Colorado River estuary. Ciencias Marinas, 33(3): 247-258.

Galindo-Bect, M. S., A. Santa Ríos, J.M. Hernández-Ayón, M.A. Huerta-Diaz, y F. Delgadillo-Hinojosa. 2013. The use of urban wastewater for the Colorado River delta restoration. Procedia Environmental Sciences, 18: 829-835.

Galván-Magaña, F., E. M. Hoyos-Padilla, C. J. Navarro-Serment, F. Márquez-Farías. 2010. Records of white shark, *Carcharodon carcharias*, in the Gulf of California, Mexico. Marine Biodiversity Records, 3:1-6.

García-Hernández, J., F. Zamora, J. Ramírez. 2009. Proyecto "Análisis de la calidad del agua en la Ciénega de Santa Clara para identificar los posibles daños ambientales derivados de la puesta en operación de la planta desalinizadora de Yuma, Arizona". Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Guaymas.

García-Hernández, J., S. Romero-Hernández, L. Cadena-Cárdenas. 2009. Monitoring Water Quality for Human Users and the Environment in the Hardy River, BC, Mexico. Final Report. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD) y Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

García Hernández, J., C. Valdés-Casillas, L. Cadena-Cárdenas, S. Romero-Hernández, S. Silva-Mendizábal, G. González-Pérez, D. Aguilera-Márquez. 2011. Humedales artificiales como un método viable para el tratamiento de drenes agrícolas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2: 97-111.

García-Hernández, J., K. Flessa, F. Santiago-Serrano, J. Ramírez-Hernández. 2012. Salinity responses to inflow alterations in a 6500 ha Typha wetland. Ecological Engineering, 59: 18-29.

García-Hernández, J., E.p. Glenn, y K. Flessa. 2013.. Identification of chemicals of potential concern (COPECs) in anthropogenic wetlands of the Colorado River delta. Ecological engineering, 59: 52-60.

Garcia-Hernandez, J., D. Aguilera-Marquez, F. Sofia-Cital, G. Leyva-Garcia, J. Ramirez-Hernandez, y E.P. Glenn. 2016. Removal of organochlorine pesticides (OCs) using constructed wetlands in a northwestern Mexican agricultural valley. Toxicology Letters, (259): S96.

García, J., L. Cadena, A. Calvo, S. Romero, O. Hinojos-Huerta, D. Aguilera, G. Leyva, M.A. Vega, M. Román, F. Zamora-Arroyo. s/f. Assessing ecosystem impairment using the Weight-of-Evidence (WOE) framework in the Río Hardy, Baja California, México. CIAD, Pronatura, Sonoran Institute, CIB.

Gómez-Sapiens, M., E. Soto-Montoya. 2006. Programa de Monitoreo de Aves Playeras en Humedales Prioritarios de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

Giron-Nava, A., V. Jiménez-Esquivel, I. Mascareñas-Osorio, C. López-Sagástegui, M. Moreno-Baez (2014): ¿Cuánto cuesta pescar?. DataMares. InteractiveResource. http://dx.doi.org/10.13022/M3NP4P. Consulta 13/11/2017.

Giron-Nava, A., C. López-Sagástegui, O. Aburto-Oropeza. 2015. On the conditions of the 2012 cannonball jellyfish (Stomolophus meleagris) bloom in Golfo de Santa Clara: a fishery opportunity?. Fisheries Management and Ecology, 22:261–264

Glenn, E. P., R. Felger., A. Burquez, y D. Turner. 1992. Cienega de Santa Clara: Endangered Wetland in the Colorado River Delta, Sonora, Mexico. Natural Resources Journal, 817-824.

Glenn, E., T.L. Thompson, R. Frye, J. Riley, y D. Baumgartner. 1995. Effects of salinity on growth and evapotranspiration of *Typha domingensis* Pers. Aquatic Botany, *52*(1): 75-91.

Glenn, E., R. Tanner, S. Mendez, T. Kehret., D. Moore, J. Garcia, y C. Valdes. 1998. Growth rates, salt tolerance and water use characteristics of native and invasive riparian plants from the delta of the Colorado River, Mexico. Journal of Arid Environments, *40*(3): 281-294.

Hernández-Ayón, J. M., M.S. Galindo-Bect, B.P. Flores-Báez, S. Alvarez-Borrego. 1993. Nutrient concentrations are high in the turbid waters of the Colorado River Delta. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 37(6): 593-602.

Hernández-Álvarez, A., R. Carmona, F. Molina, M. Martínez-Contreras y M. Román-Rodríguez. 2016. El Desove del Pejerrey en el Alto Golfo de California. Ciencia y Desarrollo. México.

Schlacher, T. A., D. Richardson, I. McLean. 2008. Impacts of off-road vehicles (ORVs) on macrobenthic assemblages on sandy beaches. Environmental Management, 41(6): 878-892.

Hinojosa-Huerta, O., y Y. Carrillo-Guerrero. 2010. La cuenca binacional del Río Colorado. En: Las Cuencas Hidrográficas de México: Diagnóstico y Priorización, Garrido-Pérez, A (Ed.) Pluralia Ediciones e Impresiones. México.

Hinojosa-Huerta, O., R. Guzmán-Olachea, J. Butrón-Méndez, J. J. Butrón-Rodríguez, A. Calvo-Fonseca. 2013. Status of marsh birds in the wetlands of the Colorado River delta. Ecological Engineering 59:7–17.

Hinojosa-Huerta, O., P. Nagler, Y. Carrillo-Guererro, E. Glenn. 2013. Effects of drought on birds and riparian vegetation in the Colorado River Delta, Mexico. Ecological engineering, 59: 104-110.

INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/. Consulta: 03/11/2017.

Jaramillo-Legorreta, A., Cardenas-Hinojosa, G., Nieto-Garcia, E., Rojas-Bracho, L., Ver Hoef, J., Moore, J., Tregenza, N., Barlow, J., Gerrodette, T., Thomas, L. and Taylor, B. 2017. Passive acoustic monitoring of the decline of Mexico's critically endangered vaquita. Conservation Biology, 31: 183–191.

Lavenberg, R.J. and M. Chernoff, 1995. Atherinidae. Pejerreyes. p. 889-901. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.)

Lomeli-Banda, M.A. 2015. Comportamiento hidrodinámico de la Ciénega de Santa Clara durante el ciclo hidrológico 2010-2011. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada.

López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.) 2012. Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, p. 466.

López-Cortés, D.; F. Hernández-Sandoval, C. Band-Schmidt, D. López-Cortés, E. Núñez-Vázquez. 2016. Toxinas marinas en el Golfo de México: orígenes e impactos. En: García-Mendoza, E., Quijano-Sceggia, S.I., Olivos-Ortiz, A. y Núñez-Vázquez, E. J. (eds), Florecimientos Algales Nocivos en México. Ensenada, México, CICESE. 438p.

Mexicano-Vargas, M. L. 2012. Remote sensing methods to classify a desert wetland. Tesis Doctoral. The University of Arizona.

Minckley, W. L., y J.E. Deacon. 1991. Battle against extinction: native fish management in the American West. University of Arizona Press. Tucson, AZ.

Olden, J. D. Y N.L. Poff. 2005. Long–term trends of native and non–native fish faunas in the American Southwest. Animal Biodiversity and Conservation, 28(1): 75–89.

Ortiz, R., I. Mascareñas-Osorio, M. Román, J. Castro. 2016. Monitoreo biológico-pesquero de la curvina golfina en el Alto Golfo de California. DataMares. InteractiveResource.

NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Núñez-Vázquez, E., C. Ramírez-Camarena, C. Poot-Delgado, A. Almazán-Becerril, J. Aké-Castillo, A. Pérez-

Morales, F. Hernández-Sandoval, L. Fernández-Herrera, A. Herrera-Tapia, C. Band-Scmidt, J. Bustillos-Guzmán, D. López-Cortés, G. Domínguez-Solís, T. Ley-Martínez, Y. Cauich-Sánchez, L. Barra-González. 2016. Toxinas marinas en el Golfo de México: orígenes e impactos. En: García-Mendoza, E., Quijano-Sceggia, S.I., Olivos-Ortiz, A. y Núñez-Vázquez, E. J. (eds), Florecimientos Algales Nocivos en México. Ensenada, México, CICESE. 438p.

Pandolfi J. M., J. B. C. Jackson, N. Baron, R. H. Bradbury, H. M. Guzman, T. P. Hughes, C. V. Kappel, F. Micheli, J. C. Ogden, H. P. Possingham, E. Sala. 2005. Are U.S. Coral Reefs on the Slippery Slope to Slime?. Sciense (307): 1725-1726.

PANGAS. 2012. Callo de Escarlopa, *Spondylus limbatus:* Ficha informativa de la Pesca Ribereña del Norte del Golfo de California. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Oceános, A. C., Puerto Peñasco, Sonora.

Pitt, J., O. Hinojosa-Huerta, Y. Carrillo-Guerrero. S/f. Colaboración Binacional en la Cuenca del Río Colorado: Recomendaciones para Prevenir una Crisis de Agua.

Pliego-Moreno, V., Castillo-López, A., Castillo-López, J. E., Cuéllar, A. & Montiel-Bustos, R. P. (2016). Diagnóstico del estado de la inspección y vigilancia en materia de pesca en el Alto Golfo de California. Ensenada, B. C.: Pronatura Noroeste, A. C.

Preciado-Monjardin, R.H. 2017. Presencia de compuestos de preocupación emergente en agua de Mexicali: Fármacos neuro-activos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California.

Ramírez-Hernández, J., O. Hinojosa-Huerta, M. Peregrina-Llanes, A. Calvo-Fonseca, E. Carrera-Villa, E. 2013. Groundwater responses to controlled water releases in the limitrophe region of the Colorado River: implications for management and restoration. Ecological engineering, 59: 93-103.

Ramírez-León, M. R., S. Álvarez-Borrego, C. Turrent-Thompson, G. Gaxiola-Castro, G. Heckel-Dziendzielewski. 2015. El aporte de nutrientes del río Colorado al norte del golfo de California no se requiere para mantener un ecosistema pelágico productivo. Ciencias marinas, 41(2): 169-188.

RHRAP. 2016. Resultados de la Reunión-taller para la Evaluación Comprehensiva (SAT) del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado Sitio RHRAP de Importancia Hemisférica. Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. San Luis Rio Colorado.

Ricárdez-García, V. 2017. Informe de actividades en el Golfo de Santa Clara.

Ricárdez-García, V.2017. Reporte de actividades. Centro intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO). Ensenada.

Ricárdez-García, V., G. Batres-Jaramillo. 2017. Diagnóstico para el fortalecimiento del proceso de reconversión productiva del Alto Golfo de California. Informe de resultados. Red de investigaciones y soluciones antropológicas S.C.

Rorabaugh, J. C. 2008. Introducción a la herpetofauna de Sonora continental, México, con comentarios sobre conservación y manejo. U.S. Fish and Wildlife Service. Tucson, Arizona, EUA

Rowell, T. J., Demer, D. A., Aburto-Oropeza, O., Cota-Nieto, J. J., Hyde, J. R., & Erisman, B. E. (2017). Estimating fish abundance at spawning aggregations from courtship sound levels. Scientific Reports, 7, 3340.

Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, A.F. González-Acosta, A.M. Maeda-Martínez, F.J. De León, F, A. Varela-Romero, A. Andreu-Soler. 2014. Estatus actual de conservación de seis especies de peces dulceacuícolas de la península de Baja California, México. Revista mexicana de biodiversidad, 85(4): 1235-1248.

Saldierna Matínez, R. J., M. E. Hernández Trujillo, A. T. Hinojosa Medina, J. R. Palomares García. 2014. Informe de Avance del Monitoreo de Zooplancton. Proyecto Delta del Río Colorado. Sonora nInstitute-CICIMAR Alianza WWF-FCS.

Sanjurjo-Rivera, E., y Y. Carrillo-Guerrero. 2006. Beneficios económicos de los flujos de agua en el delta del Río Colorado: consideraciones y recomendaciones iniciales. Gaceta ecológica, (80): 51-62.

SEMARNAT. 2017. Programa de Aguas Limpias. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/gob-mx/playas/. Acceso: 10/11/2017.

SEMARNAT y CONANP. S/f, a. El Pejerrey, un pez fuera del agua.

SEMARNAT y CONANP, S/f, b. Involucramiento comunitario en la protección del pejerrey durante su desove y en actividades de sensibilización para la conservación de aves playeras.

Sol-Uribe, J., J. Reyes-López, H. Hernández-Aguilar, F. Lara-Guerrero, L. Valenzuela-Vásquez, O. Lázaro-Mancilla. 2008. Estudio experimental para evaluar la calidad del agua residual infiltrada del proyecto de recarga artificial en San Luis Río Colorado, Sonora, México. Ingeniería hidráulica en México. 13(1):89-101.

Sykes, G. 1937. Delta, Estuary, and Lower Portion of the Channel of the Colorado River 1933 to 1935. Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C.

Taylor, B. L., Rojas-Bracho, L., Moore, J., Jaramillo-Legorreta, A., Ver Hoef, J. M., Cardenas-Hinojosa, G., Nieto-Garcia, E., Barlow, J., Gerrodette, T., Tregenza, N., Thomas, L. and Hammond, P. S. 2016. Extinction is Imminent for Mexico's Endemic Porpoise Unless Fishery Bycatch is Eliminated. CONSERVATION LETTERS.

Tribuna de San Luis. 2017. Consultado en noviembre de 2017. https://www.elsoldelcentro.com.mx/cultura/la-cienega-un-oasis-en-el-desierto. Consulta 11/11/2017.

Tovar-Hernández, M. A., B. Yáñez-Rivera, T. F. Vllalobos-Guerrero, J. M. Aguilar-Camacho, I. D. Ramírez-Santana. 2014. Invertebrados marinos exóticos en el Golfo de California *En:* Low Pfeng, A.M., P.A. Quijón, E. M. Peters Recagno. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. SEMARNAT, INECC. UPEI. México. 643 p.

Trejo. 2012. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada.

Turk-Boyer, P.J., H.N. Morzaria-Luna, C. Downton, E. Polanco, T. Carrillo, P. Valdivia, G. Cruz, R. Loaiza, S. Perez, H. Peña, A. Sánchez. 2016. Ordenamiento Costero-Marino y Manejo Integral

del Corredor Puerto Peñasco a Puerto Lobos, Sonora. La pesca ribereña: una propuesta preliminar. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, Puerto Peñasco, Sonora.

Turner, D.S., F. Zamora-Arroyo, K. Sclatter, S.M. Nelson. 2016. Adaptive Restoration Plan for the Colorado River Upper Estuary. Carlos Slim Foundation, Hewlett Foundation, Walton Family Foundation.

Valdez-Carrillo, M., R. H. Preciado-Monjardin, I. Aviña-Lamarque, G. Peralta-Ponce, L. Abrell, C. Carreón-Diazconti. 2016. Determinación de la ocurrencia de fármacos en ambientes acuosos superficiales: Teoría y práctica metodológica. En: Avances en Investigación Ambiental en la UABC, Volumen 2: Conociendo Nuestro Ambiente, Carreón-Diazconti, C., S Ahumada-Valdez, E Ramírez-Barreto (Coord.). Universidad Autónoma de Baja California.

Valenzuela Q, F. 2014. Genética y dinámica poblacional de la Totoaba (*Totoaba Macdonaldi*, Gilbert, 1891) en el Golfo de California. Tesis (Doctorado en Ciencias). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México.

Valenzuela-Quiñonez, F., F. Arreguín-Sánchez, S. Salas-Márquez, F.J. García-De León, J.C. Garza, M.J. Román-Rodríguez, J.A. De-Anda-Montañez. 2015. Critically Endangered *Totoaba macdonaldi*: signs of recovery and potential threats after a population collapse. ESR 29:1-11 (2015) DOI: https://doi.org/10.3354/esr00693

Valenzuela-Quiñonez, F., J.A. De-Anda-Montañez, E. Gilbert-Horvath, J.C. Garza, F.J. García-De León. 2016. Panmixia in a Critically Endangered Fish: The Totoaba (*Totoaba macdonaldi*) in the Gulf of California. Journal of Heredity 107(6): 496–503.

Varela-Romero, A., G. Ruiz-Campos, L. M. Yépiz-Velásquez, J. Alaníz-García. 2002. Distribution, habitat and conservation status of desert pupfish (*Cyprinodon macularius*) in the Lower Colorado River Basin, Mexico. Reviews in Fish Biology and Fisheries 12: 157–165.

Varela-Romero, A. y D. A. Hendrickson. 2010. Peces dulceacuícolas. En Diversidad biológica de Sonora, E. F.Molina y T. R. van Devender (eds.). UNAM-Conabio.México, D. F. p. 339-356.

Villalejo-Fuerte M., M. Arellano M, B. P. Ceballo V., D. González, C., V. Berovides A., A. Tripp-Quezada, A. Tripp-Valdez. 2015. *Spondylus calcifer* Carpenter, 1857: antecedentes de la especie. Amici Molluscarum 23(1-2): 39-42

Zamora-Arroyo, F., P.L. Nagler, M. Briggs, D. Radtke, H. Rodriquez., J. Garcia, E.P. Glenn. 2001. Regeneration of native trees in response to flood releases from the United States into the delta of the Colorado River, Mexico. Journal of Arid Environments, 49(1): 49-64.

Zamora-Arroyo, F., J. Pitt, S. Cornelius, E. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, M. Moreno, J. García, P. Nagler, M. de la Garza, I. Parra. 2005. Conservation Priorities in the Colorado River Delta, Mexico and the United States. Prepared by the Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, and World Wildlife Fund—Gulf of California Program. 103 pp.

Zengel, S. A., V.J. Meretsky, E.P. Glenn, R.S., Felger, D. Ortiz. 1995. Ciénega de Santa Clara, a remnant wetland in the Rio Colorado delta (Mexico): vegetation distribution and the effects of water flow reduction. Ecological Engineering, 4(1): 19-36.