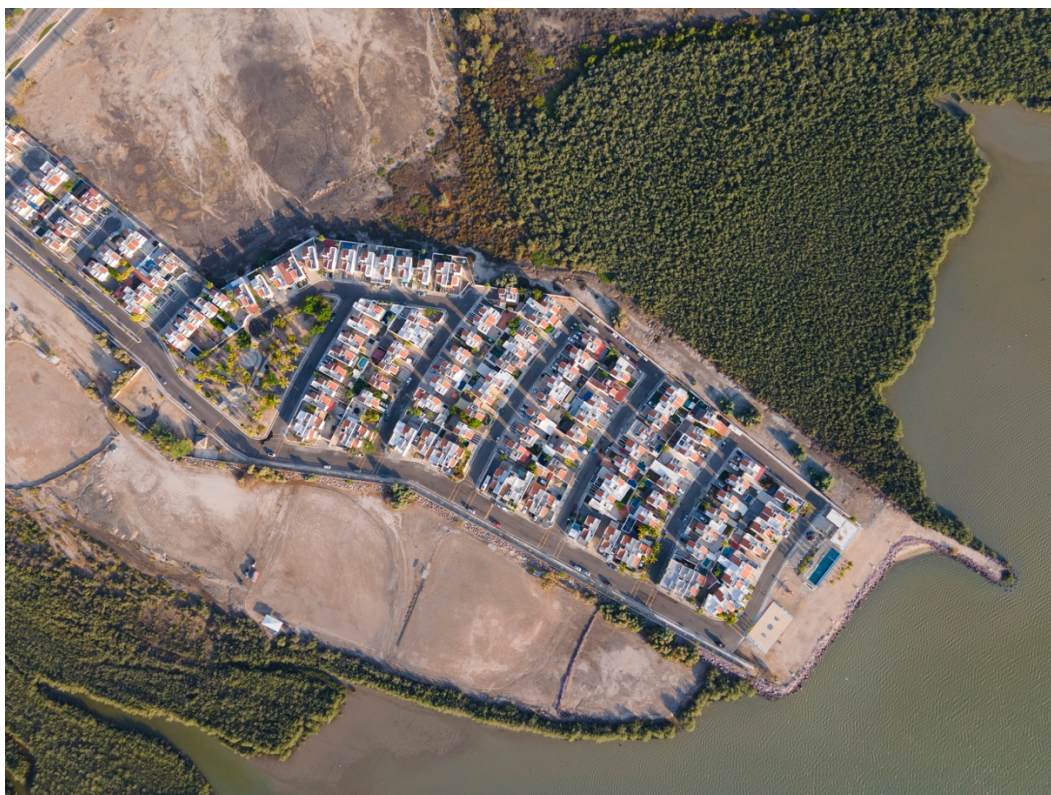




De la cultura de la sobrevivencia a la protección del hábitat y la biodiversidad: la transformación ecológica de la Bahía de La Paz



Foto/Miguel Ángel de la Cueva

"El hábitat y diversidad de la Bahía de La Paz se ha modificado con el incremento del tamaño de la ciudad de La Paz, particularmente desde 1980 a la actualidad. El hábitat terrestre parece ser el mas modificado y paradójicamente del que menos información científica disponible existe. Los riesgos mas inminentes son la basura, escasez de agua que repercute en futuros planes de desalación de agua de mar y creciente tamaño de la ciudad alrededor de manglares, playas, dunas y cerros. La calidad ambiental de vida de los paceños es actualmente adecuada; pero se debe evitar su deterioro futuro."



Resumen ejecutivo

El hábitat y diversidad de la Bahía de La Paz se ha modificado con el incremento del tamaño de la ciudad de La Paz, particularmente de 1980 a la actualidad. Aun así, en términos generales, La Paz es una ciudad rodeada de naturaleza que ofrece un hábitat saludable al ciudadano promedio y visitante de la ciudad que debe ser conservada su calidad de hábitat y cultural para el futuro. El hábitat terrestre parece ser el más modificado y paradójicamente el que menos información científica disponible existe. Pinturas en rocas en Cacachilla demuestran como los primeros pobladores de la Bahía cazaban diversos animales ahora regionalmente extintos (venados) y otros ahora en bajas densidades (tortugas marinas) explotando bancos de moluscos ahora en densidades menores, algunas especies en protección especial como la madre perla, callo de hacha y otras especies (tiburón ballena y lobos marinos). Con la llegada de los exploradores españoles, el desarrollo de la minería y consumo de los bancos de madreperlas se fomentó un desarrollo económico basado en el extractivismo en respuesta a necesidades de la inmediatez y el desconocimiento de los hábitats que ofrece la bahía. Los riesgos más inminentes en los hábitats de la Bahía de La Paz son: 1) la basura que puede solucionarse mediante la implementación de programas de reciclamiento, economía azul y cultura responsable para mantener libre de basura playas, espacios públicos y lotes baldíos, particularmente en zonas circundantes a la ciudad debido al histórico impacto de plásticos y micro-plásticos en la Bahía de La Paz. 2) Carencia, y contaminación de arsénico, de agua que repercute en futuros planes de desalación de agua de mar que, si no es regulado y realizado de manera responsable, puede llegar a ser un impacto ambiental por muerte de zooplancton que es la base de la trama alimentaria; es necesario mejora el sistema de captación de agua pluvial, mejoramiento en la red hidráulica para evitar y reparar fugas eficientemente; 3) creciente tamaño poblacional y gentrificación de la ciudad alrededor de manglares, playas, dunas y cerros. 4) algunos problemas futuros puede ser los florecimientos algales nocivos y desorden en actividades ecoturísticas que pueden afectar notoriamente la mega-fauna de la bahía. 5) La introducción de especies domésticas, exóticas e invasoras ha ocurrido desde la llegada de los europeos en 1535 a La Paz, actualmente existen organizaciones civiles sin fines de lucro para mantener la población de gatos ferales (depredadores naturales)



controlada en la ciudad. El conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas y mas relevante entendimiento el cambio dinámico en los hábitats, fauna y vegetación aun es poco coordinado entre el gobierno y organizaciones civiles y se deben promover y apoyar planes de investigación interinstitucional para ofrecer información precisa a tomadores de decisiones en planes urbanos presentes y futuros de la Bahía de La Paz. La calidad de vida de los paceños es actualmente adecuada, inmersa y rodeada de naturaleza que debemos apreciar y cuidar en el presente para evitar su deterioro en el futuro.



Mesa de Trabajo 1

De la cultura de la sobrevivencia a la protección del hábitat y la biodiversidad: la transformación ecológica de la Bahía de La Paz

Autores: Gómez Gutiérrez J^{1,*}, González Abraham CE^{2,*}, Band Schmidt C¹, Ramírez Luna S³, Elorriaga Verplancken F¹, Paniagua Mendoza A⁴, Soltadini C⁵, Galindo D⁶, Ávila-García A⁶, Albores Barajas YV⁶, Peña Garcillán P⁵, Blázquez Moreno MC⁵, Castro Prieto AC⁷, Medel Narvaz A⁵

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CP 23096, La Paz, BCS, México

² ISLA A.C., La Paz, Mexico

³ Noroeste Sustentable A.C., Nueva Reforma 418, Fracc. Benito Juárez. C.P. 23090, La Paz, BCS, Mexico

⁴ Asociación Megafauna Marina, Atención, Rescate, Ecología y Sociedad, A.C.,
<https://en.mmaresac.org>

⁵ Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada, Unidad La Paz. Miraflores 334, Col. Bellavista, La Paz, Baja California Sur, CP 23054, México

⁶ Departamento de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, Mexico

⁷ Colorado State University - Biology Department. Forth Collins. Todos Santos Center, USA

* Coordinadores de la mesa de trabajo:

Jaime Gómez Gutiérrez: jgomezgu@gmail.com

Charlotte González Abraham: notoka.char@gmail.com



1. Panorama general

La Bahía de La Paz en el cuerpo costero más grande y profundo del Golfo de California conectada al golfo mediante tres bocas. En el sureste se encuentra el parque nacional Archipiélago del Espíritu Santo y al sur la Ensenada de La Paz separada por la barrera de arena El Mogote. Los hábitats marinos de la bahía incluyen una cuenca profunda (<450 m) y hábitats someros en la Ensenada de La Paz (< 10 m) creando hábitats protegidos con playas arenosas, manglares y arrecifes rocosos con elevada biodiversidad, pero moderada productividad biológica propia de un hábitat subtropical (Fujta y Bulhesen, 2019).

La Bahía de la Paz está bordeada por la Sierra de las Cacachilas, Cerro del Puerto de Los Soldados, Cerro Cabeza del Mechudo y Sierra de Pichilingue que aportan sedimentos volcánicos y graníticos a la bahía. El hábitat terrestre está dominado por un paisaje desértico con vegetación de bizarras formas arbóreas de troncos gigantes y carnosos adaptados a elevadas temperaturas y aridez. Estas condiciones generan paisajes secos durante la mayor parte del tiempo mostrando colinas desnudas, arroyos bordeados por cantos rodados y depósitos de arena (González-Abraham et al., 2010). Este paisaje árido y visualmente desprovisto de vida cambia durante la temporada de lluvias, tormentas y huracanes de verano (jul-oct) cuando la vegetación responde a la humedad y en días la bahía se cubre de un manto vegetal que deleita la vista de las personas y anualmente favorece a la fauna residente. Los manglares que rodean la parte marina de la Bahía de La Paz también rompen con su perenne verdor el usual color amarillo pálido del paisaje desértico de la bahía.

La Bahía de La Paz es una zona de transición de tres eco-regiones (Costa Central del Golfo, Matorral Tropical del Cabo y Selva Baja del Cabo) que comparten elementos vegetales y animales. La fauna terrestre de la región se agrega espacialmente la franja costera y en los arroyos, zonas en donde la disponibilidad de agua es mayor durante el año. Las aves tienen la mayor riqueza de especies seguida por los mamíferos, reptiles y al final los anfibios (Tablas 1-3) (Galina-Tessaro y Álvarez-Cárdenas, 2020). Los reptiles y anfibios tienen mayor afinidad por las zonas altas y arroyos, mientras que la riqueza de aves se concentra en la franja costera. En el caso de los animales marinos las especies de invertebrados tienen alta riqueza seguidos de los peces óseos y cartilagosos (Tabla 1) (González Acosta et al., 2020, Becerril-García et al., 2020). La mayor



riqueza de especies de los animales marinos se observa en zonas someras < 40 m de profundidad, cerca de la Ensenada de La Paz, San Juan de la Costa y Archipiélago Espíritu Santo.

La Ciudad de La Paz, ubicada en el sur de la Ensenada y Bahía de La Paz, actualmente tiene ~290,000 habitantes. Sus habitantes tienen un nivel de vida aceptable donde los hábitats naturales se encuentran a poco tiempo y distancia de su hogar (Czúcz et al., 2012). Sin embargo, al estar inmersos en una cultura Paceña rodeada por la naturaleza desértica de la región, pasa desapercibida la enorme transformación ecosistémica que históricamente ha ocurrido en la Bahía de La Paz desde que el humano habitó esta bahía (Figs. 1, 2). Los registros arqueológicos indican que los primeros pobladores de Bahía de La Paz vivían bajo condiciones de precaria sobrevivencia por la escasez de agua y alimento en los hábitats terrestres. Los recursos costeros eran más abundantes y por lo tanto las poblaciones estaban asociadas a las playas (Duarte, 1987). Las poblaciones antes de la llegada de los españoles mantenían una cultura simple de caza y supervivencia (Fig. 1). La mayor transformación ecosistémica de la bahía posiblemente inició con la llegada de los españoles en 1535, pasando de una cultura de supervivencia a una cultura agrícola y extractiva basada en minería y madreperla (Fig. 2). La llegada de los Jesuitas en 1720 implicó el arribo de la agricultura introduciendo plantas y animales exóticas implicando una mayor capacidad de transformación del paisaje y de obtención de alimento. Desde entonces la Bahía de La Paz no ha dejado de crecer y aprovechar los recursos (Fig. 3-5), en algunos casos en detrimento de los hábitats naturales que la rodean y de los que depende.

La ciudad ha tenido un crecimiento exponencial de la población, particularmente desde 1976 cuando el Territorio de Baja California se convirtió en los actuales estados de Baja California y Baja California Sur (Fig. 3-5). La población de La Paz ha visto como ha sido transformada la bahía por las actividades humanas donde las preocupaciones de conservación de la naturaleza van en aumento. Los retos mas graves y prioritarios ocurren en hábitats terrestres donde aún no promueve una economía azul y el crecimiento exponencial de la población y perímetro urbano peligra el mantenimiento de los hábitats y la biodiversidad que debe ser conservados para el futuro.

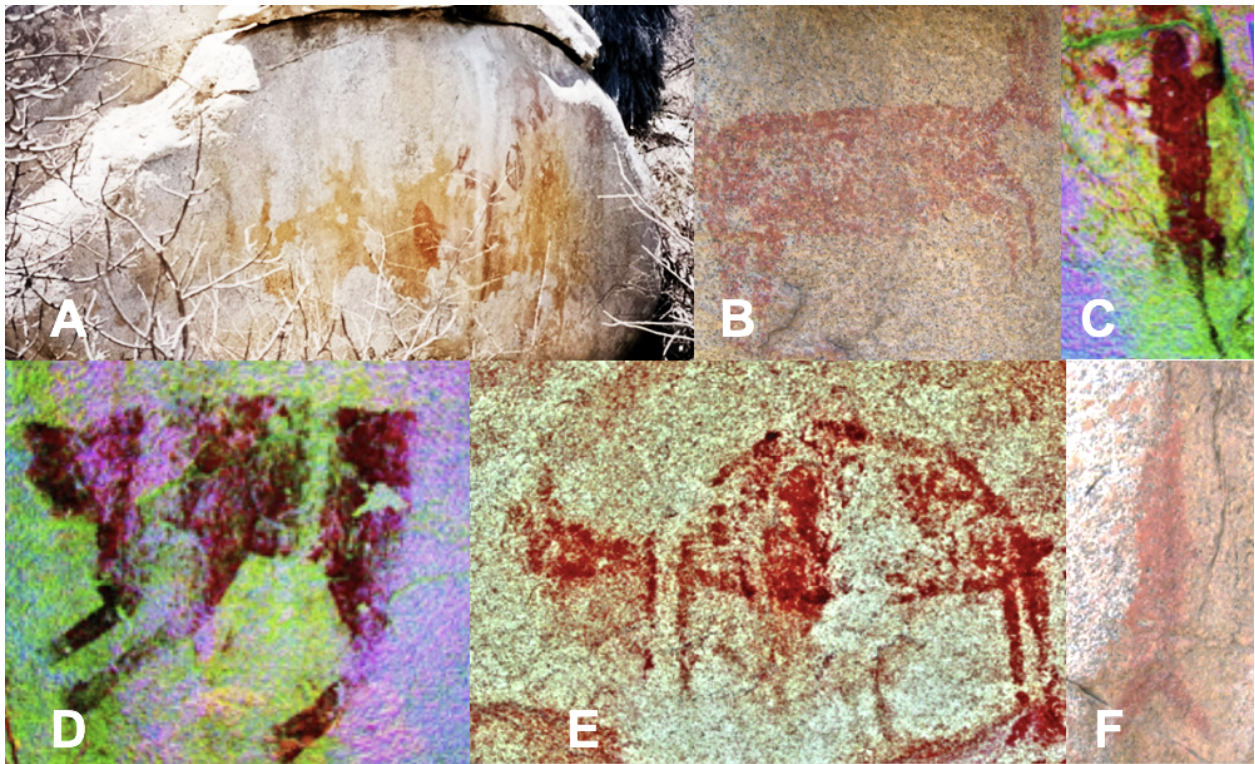


Fig. 1. Fauna ancestral representada en petroglifos en la sierra de la Cacachilla localizada al Este e La Bahía de La Paz. Fauna terrestre: A) B) Venado hembra, C) lagartija, D) Gato montés, Fauna marina E) Tortuga, F) pez (Fijita y Bulhesen, 2019).



Fig. 2. Evolución de la sobrevivencia a conservación. Las personas en Bahía de La Paz usaban la madre perla como alimento, sus perlas como ornamentaciones desde hace 8000 años las personas, con la llegada de los españoles se inició la pesca, comercial la llegada de la escafandra la sobre-explotación fue mas evidente iniciando la acuicultura en 1883 . En 1994 la madre perla adquirió Protección Especial en la NOM-059-ECOL-1994.

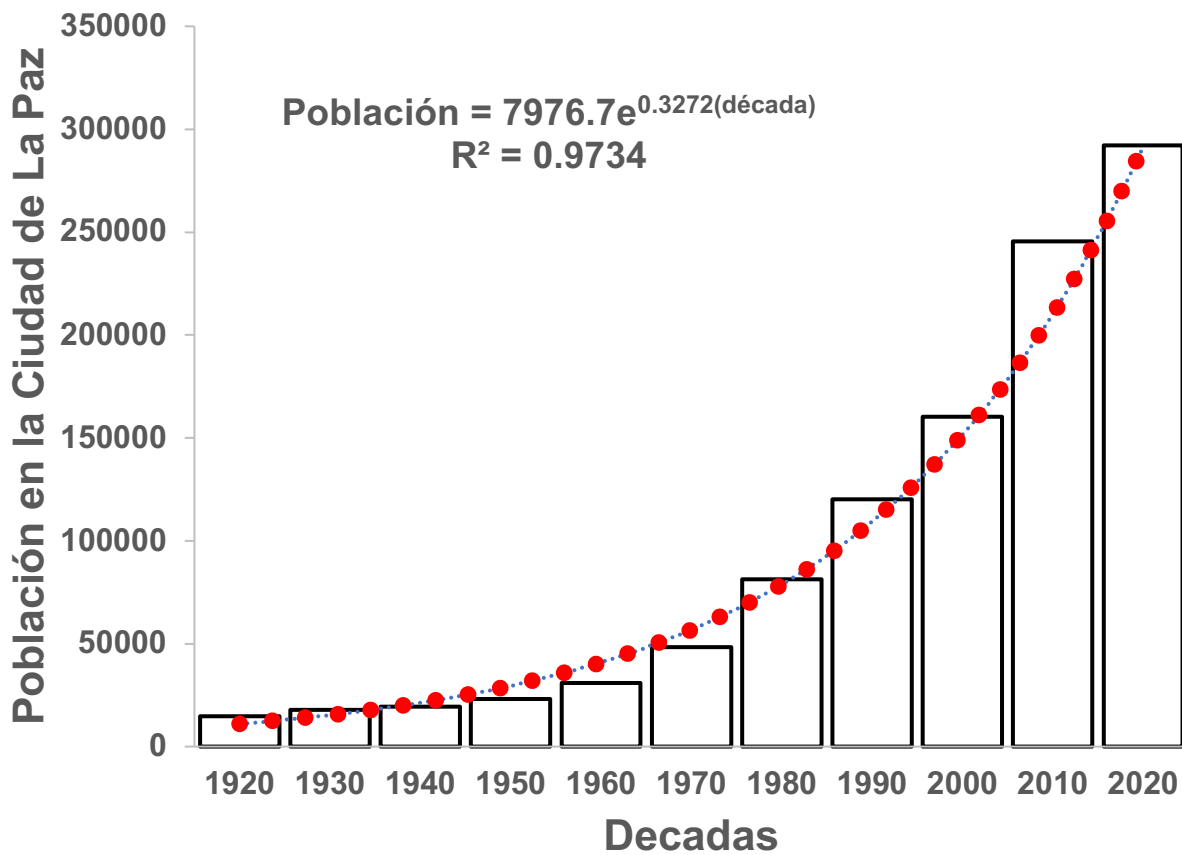




Fig. 3. Crecimiento poblacional de la Ciudad de La Paz durante el siglo 1920–2020. En 2020, la población en La Paz fue de 292,241 habitantes (49.9% hombres y 50.1% mujeres) (Fuente INE).

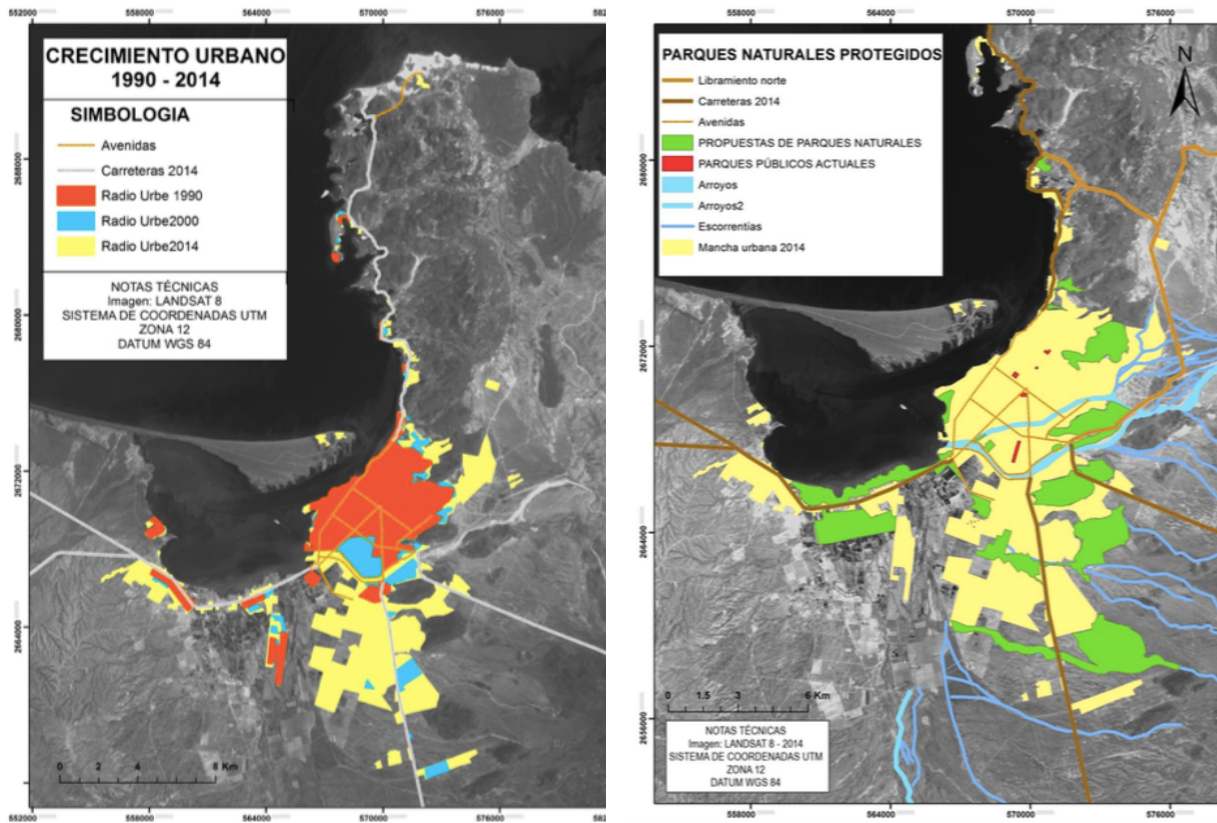


Fig. 4. (panel izquierdo) Crecimiento poblacional de La Paz entre 1990 y 2014. (panel derecho) Propuesta de parques naturales en la ciudad de La Paz con mancha urbana en 2014. Mapas tomados de Moreno-Gómez (2016).

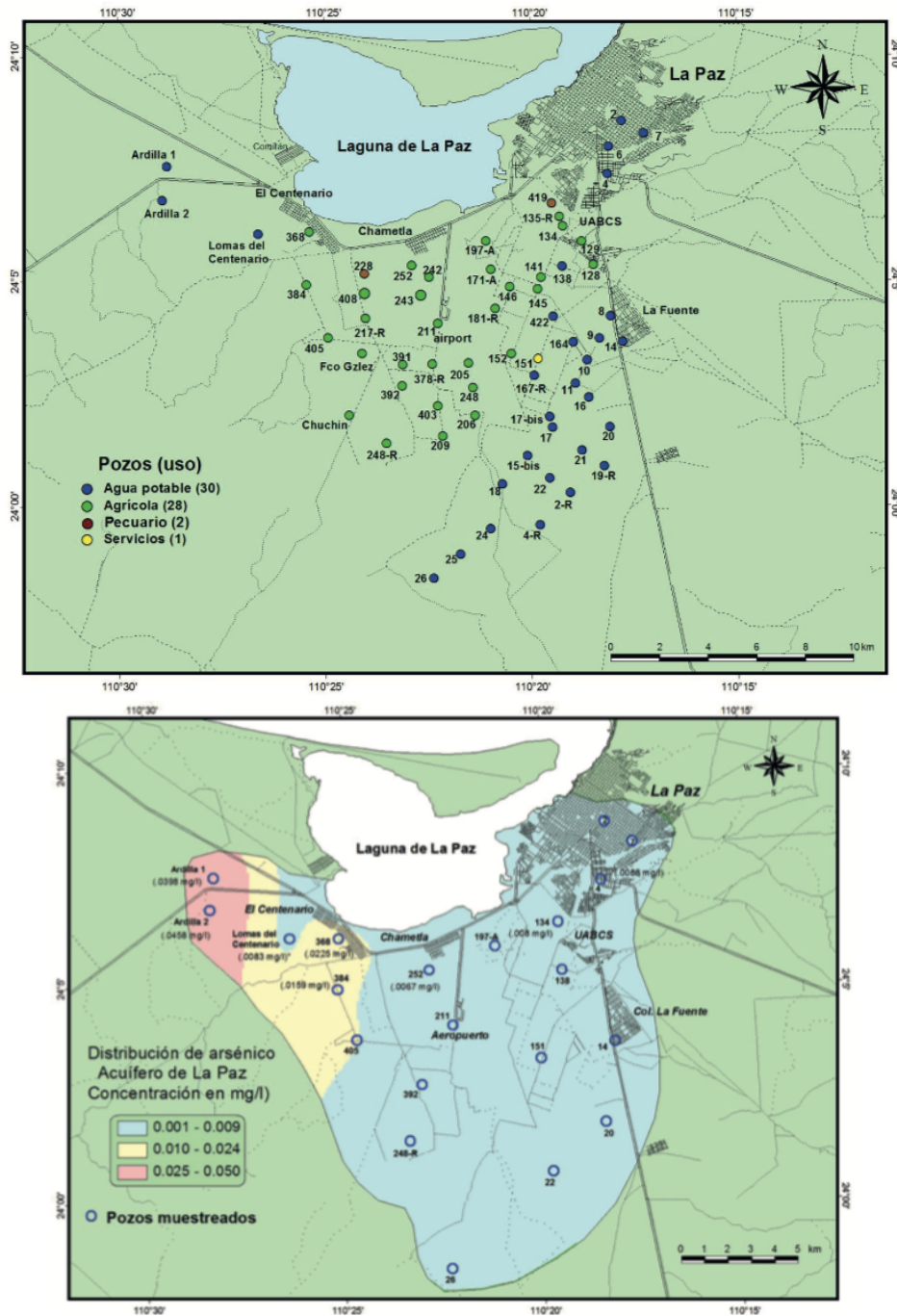


Fig. 5. (panel superior) Red de monitoreo de pozos del acuífero de La Paz. Se incluyen 30 pozos de agua potable, 28 agrícolas, dos pecuarios y uno de servicios. (panel inferior) concentración de arsénico en el agua del Acuífero de La Paz. Concentraciones de Arsénico permisibles son < 0.025 mg/L establecido por la Norma Oficial Mexicana. Mapa tomado de Cruz-Falcón et al. (2016).



Tabla 1. Lista taxonómica de especies registradas en el hábitat terrestre y marino la Bahía de La Paz de la CONABIO (n = 5723 especies).

Phylum	Clase	No. spp.	Phylum	Clase	No. spp.
Anélida	Polychaeta	95	Cordata	Osteichthyes	549
Artrópoda	Arácnida	65		Reptilita	124
	Branchyopoda	9	Cnidaria	Anthozoa	45
	Chillopoda	4		Hydrozoa	6
	Colembola	17		Echinodermata	82
	Diploda	2		Porífera	14
	Malacostrácea	164	Molusca	Bivalvia	93
	Maxillopoda	7		Cephalopoda	6
	Picnogónida	2		Gasterópoda	114
	Symplyla	1		Polyplacophora	1
Cordata	Amfibia	2		Scapoda	1
	Ascidias	1	Plathelmynta		120
	Aves	396	Rotifera		1
	Condrichtios	65	Fungi		193
	Leptocardi	1	Protoctista		668
	Mamíferos	90	Plantae		2129
	Artiodactyla	5	Procaryota		139
	Carnívora	14			
	Cetacea	20			
	Chiroptera	20			
	Lagomorpha	3			
	Perissodactyla	2			
	Rodentia	24			



	Siricomorpha	2		
--	--------------	---	--	--

Tala 2. Riqueza de especies registradas en el hábitat terrestre y marino la Bahía de La Paz de la CONABIO (n = 5723 especies).

Hábitats	No. especies
Hábitats terrestres	
Endémicas terrestre nativa	1
Exóticas de bosque	10
Exóticas dulceacuícolas	31
Exóticas terrestres	113
Exóticas invasoras	62
Nativa bosque y chaparral	88
Nativa selva baja	3
Nativa terrestre	2025
Nativa matorral	12
Nativa pastizal	18
Nativa endémica	70
Nativa (no especificadas)	171
Hábitats marinos	
Endémicas marinas	4
Exóticas marinas	31
Nativa dulceacuícola	347
Nativas marinas	1507
Nativas salobres	126
Nativas de agua dulce y salobre	88
Especies no clasificadas	1015



Tabla 3. Clasificación del estatus de protección de la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de las especies registradas en el hábitat terrestre y marino la Bahía de La Paz de la CONABIO (n = 5723 especies).

Estatus de la IUCN	No. especies	Endémicas
En peligro crítico	13	5
En peligro	37	23
Casi amenazada	44	7
Vulnerable	69	22
Preocupación menor	1400	
Datos insuficientes	57	
Sin clasificación	4101	



2. Fuentes de información

Steinitz et al. (2005) investigaron el presente y futuro sustentable de la Ciudad de La Paz. Moreno Gómez (2016) y Bermúdez Contreras et al (2020) analizaron el crecimiento temporal de la Ciudad de la Paz mostrando hábitats con riesgo de deterioro evidente que se debe tomar acción en el futuro. Cruz-Falcón et al., (2016) reportaron la disponibilidad de agua potable en la ciudad y su nivel de contaminación por Arsénico. Gran parte de la información de hábitat y biodiversidad disponible proviene de investigaciones de instituciones locales del Instituto Tecnológico de La Paz (ITP, oct 1973), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, oct 1975), Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS, dic 1975), Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN, 1976), Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP-INAPESCA), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1983) Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada La Paz (CICESE, 1996) y numerosas organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajan incansablemente en problemas asociados con biología, ecología, pesquería y aspectos socio-económicos regionales y estatales que ocurren en la Bahía de La Paz. Gran parte de la información científica esta disponible en tesis de licenciatura y posgrado y publicaciones nacionales e internacionales, con una eminente carencia de bases de datos regionales disponible al público, excepto bases de datos internacionales de GenBank e iBOLD System.

La base de datos de riqueza de especies de la CONABIO muestra que la Bahía de La Paz tiene 5 especies endémicas y riqueza biológica de al menos 5,723 especies (Tablas 1-3). La biología y ecología de especies de hábitat marinos ha sido históricamente mejor investigada que la biota del hábitat terrestre posiblemente propiciado por políticas implementadas durante la década de 1970 enfocadas a desarrollar las ciencias marinas bajo la visión que el océano proveyería el alimento de las generaciones futuras y la ilusoria visión de que el mar era inagotable. La colección del herbario del CIBNOR con 522 colectas de plantas vasculares realizadas en la franja costera de la bahía de La Paz desde 1992 en un área de 343 km incluye 70 familias, 237 géneros y 389 especies (8 especies endémicas, como *Coulterella capitata* de hábitat de playas), una riqueza relativamente alta en el contexto peninsular (Léon de La Luz et al., 2020). Teniendo en cuenta que la ciudad de La Paz tiene siete instituciones públicas de educación superior e



investigación debiera ser un área con basta información para sus ambientes terrestres y marinos. Sin embargo, el ambiente marino ha sido mucho más estudiado que el terrestre y los impactos humanos que se originan en la tierra y el mar combinados con las perturbaciones provocadas por el clima aun son poco comprendidas como reestructuraran las comunidades costeras.

No existe diagnóstico de los ambientes y/o hábitats que conforman a la Bahía en su componente terrestre y escasamente para sus ambientes marinos, pero si dos certeras descripciones de la conformación de la flora y la fauna de la parte terrestre de la Bahía (Petatán et al., 2020, León de la Luz et al., 2020). Los problemas ambientales más urgentes de la ciudad ocurren en el ecosistema terrestre asociados al crecimiento de la ciudad (Moreno-Gómez, 2016; Fig. 3-5), particularmente de basura con numerosos tiraderos de basura ilegales y rellenos sanitarios oficiales y uso de agua. En el ambiente marino a nivel de ecosistemas, resalta que, salvo algunas excepciones (como manglares) donde existen pocos mapas regionales en el Golfo de California (Munguía-Vega et al., 2018) pero no en la Bahía de la Paz con la ubicación y extensión actual de los diferentes hábitats marinos (arrecifes de coral, bosques de coral negro, bosques de sargazo, mantos de rodolitos, mantos de pastos marinos, arrecifes rocosos, montañas submarinas, arrecifes mesopelágicos, etc.) o terrestres (dunas costeras, manglares, arroyos y oasis y tipo de desierto) (Moreno Gómez, 2016). Existen algunos mapas regionales de diversidad de especies marinas (Morzaria Luna et al., 2018) y diversidad genética de especies terrestres también a nivel regional (Dolby et al., 2015), pero hace falta información detallada de cada uno de los hábitats mencionados, y en especial faltan tendencias temporales sobre si la diversidad ha aumentado o disminuido. De manera similar, existen algunos mapas sobre amenazas marinas (Munguía-Vega et al., 2018) o terrestres regionales (González-Abraham et al., 2015), pero no mapas con la ubicación de amenazas locales para ecosistemas marinos y terrestres.

Una reciente síntesis del conocimiento generado sobre biodiversidad, procesos ecológicos y sociales en la Bahía de La Paz fue publicado por Riosmena Rodríguez et al. (2020) que provee una perspectiva integrativa de la bahía pero notablemente sesgada al hábitat marino. La CONABIO esta haciendo el plan Estatal de la biodiversidad en el cual pretenden publicar la información actualizada de distintos grupos taxonómicos en el estado incluyendo Bahía de La



Paz. Desafortunadamente, la mayor parte de la información suele estar bajo resguardo de los investigadores.



3. Mapa conceptual de diversos actores relevantes

Gran parte de la información disponible de la biota, fauna y desarrollo urbano provienen de la CIBNOR, UABCS, CICIMAR, CICESE e INEGI junto con numerosas organizaciones no gubernamentales. Los centros de investigación y sus respectivos programas de vinculación y divulgación de la ciencia requieren tener mayor comunicación académica, divulgación de la ciencia y vinculación social para inferir la biodiversidad marina y terrestre en ocasiones coordinadas a través de CONICYT (Fig. 6). Algunas organizaciones no gubernamentales como la Red de Observadores Ciudadanos A.C. (ROC organización de la sociedad civil, sin fines de lucro), se dedican a la protección y conservación de los recursos naturales marinos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur particularmente las playas de Balandra y el Tecolote (<https://roclapaz.org>). La Organización de pescadores de la Ensenada de La Paz (OPRE, <https://www.zonadocs.mx/2021/05/24/las-mujeres-que-protegen-al-amenazado-callos-de-hacha-en-bcs/>) tiene un esfuerzo dirigido a proteger los bancos de callo de hacha *Atrina maura* y en menor medida madre perla para fines de explotación pesquera posterior en la Ensenada de La Paz desde el 2013 a la actualidad.

La aparición de florecimientos algales nocivos (FAN) ocasionales (causados microalgas llamados Dinoflagelados) que pueden causar un problema de salud si se consumen peces o mariscos extraídos de las zonas afectadas con especies nocivas (Hernández-Sandoval et al., 2009; López-Cortés et al., 2011; 2015; Nuñez-Vázquez et al., 2016; Durán-Riveroll et al., 2019, 2020; Leyva-Valencia et al., 2021). Estas microalgas tóxicas también se han relacionado con la mortalidad de organismos marinos en la región (zooplancton, aves, peces, mamíferos marinos). Se deben tener un control más riguroso sobre el tratamiento de diferentes tipos de agua vertidas a la bahía (agua de balastra, aguas domésticas, entre otros). Aunque los FAN no son actualmente un problema grave como ya es en otras partes del Golfo de California como Mazatlán, si pueden ser un problema ambiental en el futuro si la población aumenta y se hace uso de fertilizantes en áreas aledañas que causen florecimientos algales nocivos que resulten en zonas costeras de muerte (Rabalais, TED talks) (https://www.ted.com/talks/nancy_rabalais_the_dead_zone_of_the_gulf_of_mexico?language=es&subtitle=en).



El Parque Nacional del Archipiélago del Espíritu Santo un área natural protegida en la Bahía de La Paz coordinada y vigilada por la CONANP (Biól. Irma González López, <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=141®=1>). Esta institución vincula y coordina las actividades turísticas y ecoturísticas de este parque nacional multi-usos. El Ing. Mario Ramón Gálvez Gámez Director de la SAPA en La Paz Baja California Sur es una persona clave para el buen cuidado de agua potable y mantenimiento y modernización del sistema hidráulico de distribución en la ciudad. Esta situación junto con el Gobierno Federal y posiblemente iniciativa privadas son responsables de la implementación de políticas, que se espera prevean que la desalinización del agua no es la única opción viable para el abastecimiento de agua potable en la ciudad.

El Gobierno del Estados de Baja California Sur al través del programa Estatal de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Baja California Sur (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187449/Baja_California_Sur.pdf) requieren activa ayuda ciudadana y de la iniciativa privada para mejorar el manejo de plásticos, metales que tiene que operar con una producción de desechos domésticos que se incrementa en promedio >3% por año. Sin embargo, la infraestructura para dar un manejo adecuado a los residuos es aún insuficiente. El diagrama de actores claves en la implementación en acciones de conservación de hábitat y diversidad en La bahía de La Paz es mostrada en la figura 6.



Fig. 6. Mapa conceptual de las principales instituciones responsables del actual estado de hábitat y conservación de fauna y flora de la Bahía de La Paz.



4. Vacíos de información

El ambiente marino es considerablemente mas conocido que el hábitat terrestre de la bahía de La Paz. La belleza escénica y agua transparentes y calmas atraen a turistas generando numerosas empresas ecoturísticas que junto con las instituciones públicas federales sustentan la mayor parte de la investigación y economía de la ciudad. Los problemas ambientales mas relevantes de deterioro ambiental en el hábitat marino y costero son:

1. La disminución de la zona de manglar por la creciente construcción de casas, particularmente entre la cola de la Ballena y el Comitán y la cerca de la playas y dunas en la costa sur de El Mogote.
2. La modificación de la comunidad de animales con ausencia de peces de gran tamaño en la ensenada y bahía (indicador de un ecosistema no saludable, Aburto-Oropeza et al., 2015; González Acosta et al., 2020; Becerril-García et al., 2020) generada por la sobrepesca artesanal y faltas de regulación de actividades ecoturísticas de tiburón ballenay lobos marinos (orcas, pez espada y mantas gigantes que aparecen ocasionalmente en ciertas épocas del año).
3. La basura en lotes baldíos, el vado de la ciudad, zonas de manglar y basureros ilegales de zonas aledañas a la ciudad pueden ser acarreada al mar durante lluvias y tormentas. Basta salir a cualquier lote sin construcción y existe una notable contaminación de plásticos que ya se esta viendo observada en los estómagos de peces, moluscos, aves y mamíferos marinos con plásticos. Se encuentra también basura en los nidos de varias especies (gaviotas, águila pescadora). La gaviota patas amarillas puede utilizar recursos alimenticios de origen antropogénico, como el basurero, esto puede provocar incorporación de contaminantes a la red trófica y que alimenten a sus crías con alimento chatarra. Incluso se han observado gaviotas enmalladas con cubre bocas. Cubrir o enterrar la basura puede ayudar a este problema. La basura de la industria de la construcción o objetos grandes que no caben en una bolsa de basura son comúnmente encontrados caminos de terracería del hábitat desértico en la periferia de la ciudad de La Paz.



3. Otro problema relevante es el desarrollo de colonias en zonas de la ciudad con valor socioeconómico escénico (Cerro de la Calavera que embellece la ciudad ya posiblemente con planes a desarrollarse sobre el cerro de la Calavera).
4. La fauna feral (crecimiento desmedido de perros y gatos ferales) es un problema para la salud de la población humano y origen de disminución de la fauna nativa.
5. Los conflictos entre la fauna nativa silvestre y el ser humano no han sido estudiados. Las intromisiones de serpientes de cascabel en hogares, la interacción de los mapaches, gaviotas y otras especies con los desperdicios humanos.
6. La diversidad de la biota marina es considerablemente mejor estudiada que la biota terrestre de la ciudad. Las descripciones de las distribuciones de plantas tetrápodos terrestres son limitadas y con base en registros antiguos.
7. Se carece estudios de efecto de las emisiones de la población de automóviles y la planta eléctrica (que consume combustible Diesel) en el aire de la ciudad (aunque actualmente posiblemente sea un problema de salud menor o insignificante).
8. Con la inminente crecimiento poblacional y carencia de agua es probable que la ciudad intente implementar la desalinización de agua de mar como una solución tecnológica eficiente(actualmente costosa). Sin embargo, la implementación masiva y sin guías de cómo disminuir su impacto ambiental puede convertirlo como un problema ambiental futuro por que cada metro cúbico de agua contiene abundante fauna planctónica incluyendo huevos y larvas de relevancia pesquera.

Además de monitorear tendencias en los estresores mencionados previamente, sería útil monitorear tendencias espaciotemporales de la biodiversidad marina y terrestre (e.g. diversidad genética, de especies y de ecosistemas), actualmente monitoreada con métodos tradicionales (Tablas 1-3). En el nivel mas grueso (ecosistemas), resalta que, salvo algunas excepciones (como manglares) existen mapas regionales (Golfo de California, Munguía-Vega et al., 2018) pero no detallados para la Bahía de La Paz con la ubicación y extensión de los diferentes hábitats marinos (e.g. arrecifes de coral, bosques de coral negro, bosques de sargazo, mantos de rodolitos, mantos de pastos marinos, arrecifes rocosos, montañas submarinas, arrecifes mesopelágicos, etc.) o terrestres (dunas costeras, manglares, arroyos y oasis, desierto Sonorense: costa central del



Golfo, hábitat árido tropical, etc.). Existen algunos mapas regionales de diversidad de especies marinas (Morzaria Luna et al., 2018) y diversidad genética de especies terrestres también a nivel regional (Dolby et al., 2015 León de la Luz et al., 2020), pero se requiere mejor información de cada uno de los hábitats mencionados, y en especial faltan tendencias temporales sobre si la diversidad ha aumentado o disminuido. De manera similar, existen algunos mapas sobre amenazas marinas (Munguía-Vega et al., 2018) o terrestres regionales (González-Abraham et al., 2015), pero no mapas con la ubicación de amenazas locales para ecosistemas marinos y terrestres.



5. Tendencias identificadas

El crecimiento de las poblaciones humanas y cambio climático ha modificado la distribución de especies, desplazado especies regionales lejos de las zonas pobladas o incluso las ha extinto. En la Bahía de La Paz resalta la extinción regional de los venados registrados en pinturas en rocas y algunas plantas endémicas y tropicalización de hábitat (Favoreto et al., 2022). La base de datos de la CONABIO actualizada al 2022 enlista 5723 especies (Tablas 1-3). La población de algunas especies como la colonia de lobos marinos en La Partida (isla de Espíritu Santo) esta creciendo (Adame et al., 2020), generando posibles problemas con pescadores futuros (Maravilla-Chávez, 2005). Actualmente el parque nacional multiusos del Archipiélago Espíritu Santo esta haciendo un excelente trabajo en el ordenamiento de las actividades de pesca y actividades ecoturísticas (Ortega Rubio et al., 2019). El ecosistema marino costero actualmente esta impactado debido a la carencia de peces de gran tamaño y con fauna menos diversa que en décadas previas (González Acosta et al., 2020; Becerril-García et al., 2020). Sin embargo, los ecosistemas están funcionales. Actualmente uno de los riesgos mas relevantes a la fauna marina son los plásticos y micro plásticos provenientes de la ciudad.

Las aves son frecuentemente afectadas por las actividades humanas. Los viajes en panga con turistas cerca de colonias de la fragata, *Fregata magnificens*, en la bahía de San Gabriel o la gaviota de patas amarillas, *Larus livens* en la Isla Gaviota y playa Bonanza generan reacciones negativas en las aves anidantes que pueden resultar en perdida de el huevo o pollo, destrucción del nido por machos que roban las ramitas o incluso las personas pueden ser agredidos por la territorialidad de los progenitores. Los enmalles con artes de pesca de gaviotas, pelicanos y fragatas son un efecto negativo de la interacción con pesquerías.

Los ecosistemas terrestres son posiblemente los hábitats mas afectados por la creciente demanda de nuevas construcciones habitacionales hacia la carretera de Pichilingue, hacia la carretera al Sur, en la región del Centenario y sensiblemente la costa interna de El Mogote donde las casas habitacionales se están construyendo en la zona costera invadiendo zonas de dunas causando un presente y aun peor futuro efecto de gentrificación. Las aves marinas y playeras utilizan las playas para alimentarse, descansar y en algunos casos para anidar. El uso de las playas



por turismo o la construcción de casas cerca de playas provocan disturbio y previene la funcionalidad de estas para las especies de aves marinas y playeras.

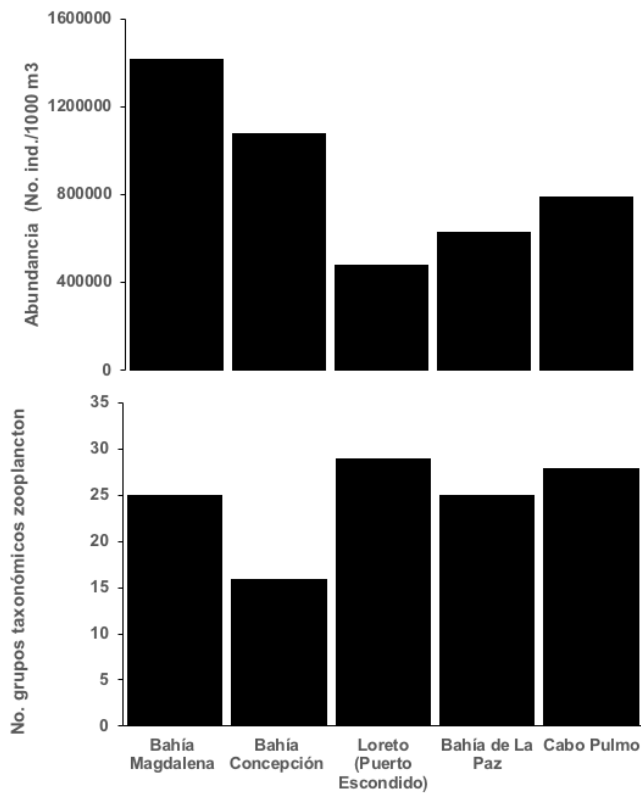
El crecimiento de la mancha urbana y desarrollo turístico costero sigue expandiéndose rápidamente en todas direcciones sin aparente planeación, fragmentando y eliminando el hábitat desértico y causando la extinción regional de especies sensibles como plantas, lagartijas, roedores y otros mamíferos, algunos de ellos especies endémicas de la Península (Munguía-Vega, 2011, 2013). Las soluciones incluyen establecer límites en la densidad de construcciones y requisitos mínimos de conservación de hábitat del desierto en cada propiedad, incluyendo diseños como corredores o arroyos naturales que permitan mantener conectados los parches de vegetación lo más posible para permitir la viabilidad de las poblaciones silvestres como se hace en otras ciudades del Desierto Sonorense:

(https://webcms.pima.gov/government/sustainability_and_conservation/conservation_science/the_sonoran_desert_conservation_plan/). Los basureros clandestinos y rellenos sanitarios en los alrededores de la ciudad y en lotes desocupados dentro de la ciudad son un problema actual.

La Bahía de La Paz es un hábitat subtropical con menores abundancias promedio de zooplancton que otras bahías del BCS como Bahía Magdalena, Bahía Concepción y el Parque Nacional Cabo Pulmo (Fig. 7). Las tendencias de productividad en tiempo y espacio deben ser estudiadas. La desalinización de agua marina para riego y agua potable es posiblemente la mayor amenaza a la diversidad del zooplancton en la Bahía de La Paz en un futuro (hasta ahora no estimada). El problema ambiental futuro posiblemente de mayor impacto puede ser la adopción de la estrategia tecnológica de desalar agua de mar para abastecer agua potable a la ciudad. Esta es aun una tecnología sumamente costosa, pero de implementarse en el futuro de manera extensiva puede causar un impacto ambiental considerable debido a que la planta que se va a implementar pronto consume 200 L por segundo puede aniquilar millones de microorganismos presentes en esos 200 L por segundo. La parte crítica son los huevos y larvas de peces, crustáceos y moluscos que constituyen las especies que se capturan en la pesca artesanal de la región. La toma de agua marina debe ser en la medida de lo posible lo más profundo posible donde naturalmente la densidad de organismos es menor tomando agua marina de >200 m de profundidad durante la noche que es cuando los organismos migran diariamente cerca de la



superficie. El cambio climático es una amenaza que reestructura la biodiversidad en ecosistemas de la Bahía de La Paz por efecto de tropicalización (Favoreto et al., 2022). Es relevante continuar con la generación y actualización de líneas base de biodiversidad, en particular especies clave como los bosques de Sargazo o especies de importancia comercial en sus dimensiones genética, poblacionales y ecosistémicos. Las soluciones para conservación de biodiversidad ante cambio climático incluyen establecimiento y expansión de redes de reservas marinas que tomen en cuenta los impactos del cambio climático en la región (Álvarez-Romeo et al., 2018, Munguía-Vega et al., 2018, Valdivia-Carrillo et al., 2021).



Localidades en Baja California Sur

Fig. 7. Abundancia (ind./1000 m³) del zooplancton recolectado con red de 333 µm de luz de malla identificado a grandes grupos taxonómicos en Bahía Magdalena (Hernández-Trujillo et al., 2010), Bahía Concepción (Palomares-García et al., 2002), Bahía de La Paz (Lavaniegos-Espejo y González-



Navarro 1999a), Puerto Escondido y Parque Nacional Cabo Pulmo (Gómez-Gutiérrez et al., datos sin publicar) en Baja California Sur, México.



6. Propuestas de soluciones a la planeación estratégica del cuidado del hábitat y biodiversidad

La ciudad necesita un programa permanente y prioritario de concientización de los ciudadanos, personas del gobierno y de empresas privadas para el:

1) cuidado del agua y programa de notificación de fugas y reestructuración a mediano plazo de sistema hidráulico para evitar pérdidas por fugas y mejoramiento de captación de agua de lluvias para relleno de los mantos freáticos. La desalinización es una opción tecnológica disponible pero que no puede generalizarse en la península de Baja California por el significativo impacto negativo en la abundancia de huevos y larvas de especies de relevancia comercial y ecológica (moluscos, crustáceos, peces, entre otros). La construcción de una nueva planta desaladora de agua en La Paz debe contemplar la toma de agua de estratos profundos >200 m donde se concentra una menor biomasa de microorganismos (fitoplancton y zooplancton) y el desecho de la salmuera debe realizarse de una manera ecológicamente responsable. Se puede implementar estrategias para mayor captación de agua para pozos de agua críticos de la Ciudad.

2) programa de planeación familiar para controlar crecimiento poblacional de la ciudad y mejor planificación de crecimiento de la ciudad,

3) crear logística e infraestructura para reciclar basura biodegradable y basura inorgánica (plásticos, metales, madera) y limpieza y desarrollo de sistemas que colecten plásticos y basura durante tormentas de verano para que no lleguen a la Bahía de La Paz.

4) crecimiento ordenado de la ciudad a través de uso de suelo regulado particularmente en regiones con atractivo visual y relevancia ecológica como manglares, dunas y línea costera. Se debe regular el crecimiento y fomento de micro-viviendas con pocos servicios de drenaje y agua. La ciudad debe crecer en las mejores condiciones posibles. Se debe proteger las zonas de manglar como fue realizado en el manglar del Conchalito que pusieron rocas grandes y un cerco de alambre pequeño al menos para que camionetas y motocicletas no entren a las zonas de manglar perturbando a la flora y fauna de esos hábitats. El manglar es un hábitat relevante para la anidación y descanso de numerosas especies de aves donde sobresalen fragatas y por las garzas, y hábitat de reproducción, criadero y protección de larvas y juveniles de numerosas especies de crustáceos, moluscos y peces.



5) Reordenar y promover acciones para evitar el turismo oportunista de orcas (por seguridad de las personas) y mantas gigantes juveniles (en La Reinita).

6) se propone hacer una red de monitoreo de indicadores de estresores ambientales en la Bahía de La Paz en colaboración proactiva de por ejemplo monitoreo de Florecimientos Algales Nocivos, arsénico en agua, plásticos y micro plásticos ingeridos por fauna marina y terrestre en la Bahía de La Paz, base de datos de biodiversidad de la bahía con técnicas modernas de metagenómica ambiental. El parque multiusos del Archipiélago de Espíritu Santo esta bien regulado por la CONANP y en general debe promoverse su actual buen desempeño de esta región aplicado a otras regiones de BCS (ecosistemas terrestres y marinos).

7) mejoramiento en sistema de transporte eficiente y energéticamente eficiente en la ciudad que movilice personas de manera eficiente puede apoyar a disminuir el numero de automóviles que ya empieza a crear problemas de congestionamientos. Crear mas ciclo pistas puede promover el uso de bicicletas para trayectos cortos y seguros.

8) La zona de alrededores de Balandra y playas al norte de la ciudad son en gran medida propiedad de iniciativa privada y su destino futuro en desarrollo inmobiliario representa un posible impacto relevante en la zona costera. Es necesario enfatizar que los ciudadanos promedio de la ciudad de La Paz tienen un nivel de calidad de vida (calidad del aire, hábitat natural cercanos a la ciudad, pero con una fuerte limitante de agua) que se debe proteger y atesorar para el futuro. La ciudad de La Paz por su aun relativamente pequeño tamaño poblacional (aunque con actual alto incremento poblacional de 1980 al presente) y belleza escénica puede ser un modelo de crecimiento y cuidado ambiental ejemplar para otras ciudades costeras de México y el mundo.



7. Especies exóticas y domésticas

La inicial introducción de especies domésticas y fauna acompañante a la civilización probablemente inició en gran medida con la colonización de los españoles en 1535 (caballos, vacas, cerdos, cabras, perros, gatos y ratas) entre otros. Esta fauna doméstica ha modificado en gran medida la flora y fauna nativa y han introducido una gran cantidad en parásitos creando de hecho mayor diversidad en algunos ecosistemas. Actualmente las rancherías alrededor de la Bahía de La Paz son pequeñas y aún con poco impacto ambiental (la ganadería esta poco desarrollada regionalmente por falta de agua), pero la fauna de acompañamiento (perros y gatos) que son depredadores naturales pueden causar modificaciones en la fauna silvestre. Los perros y particularmente los gatos ferales representan depredadores exóticos de la fauna silvestre. Organizaciones civiles como Me interese ayudar a un gatito A.C. (MIAU gatito A.C. y otras organizaciones civiles sin fines de lucro) actualmente tienen frecuentes campañas de esterilización de gatos en la ciudad de La Paz manteniendo bajo control el posible incremento desmedido del número de gatos en la ciudad que cazan aves, reptiles, insectos y pequeños mamíferos nativos, migratorios o exóticos.

El crecimiento poblacional de la ascidia *Disiplia stylifera* causó en 2015-2016 una mortalidad masiva de los mantos de callo de hacha en la Ensenada de La Paz con una pérdida económica valuada en 16 millones de pesos por un efecto combinado de incremento de la temperatura anómala por el evento de El Niño 2015-2016 y paradójicamente alta disponibilidad de los mantos de callo de hacha protegidos por la organización OPRE desde 2013 (Moreno et al., 2021). Algunas especies de interés comercial en acuicultura han sido accidentalmente liberadas en la naturaleza con riesgo de formar poblaciones autosustentables. En la Bahía de La Paz se ha registrado una enorme riqueza biológica, alguna de ella en distintos estatus de protección (Tablas 1-3). Sin embargo, la introducción de especies exóticas e invasoras deben ser detectadas en tiempo para evitar impactos ambientales considerables.



7. Referencias

- Adame, K., Elorriaga-Verplancken, F.R., Beier, E., Acevedo-Whitehouse, K., Pardo, M. A. (2020) The demographic decline of a sea lion population followed multi-decadal sea surface warming. *Sci. Rep.*, 10(1), 1-15.
- Alvarez-Romero, J.G., Munguia-Vega, A., Beger, M., Mancha-Cisneros, M.M., Suarez-Castillo, A.N., Gurney, G.G., Pressey, R.L., Gerber, L.R., Morzaria-Luna, H.N., Reyes-Bonilla, H., Graham, E.M., VanDerWal, J., Castillo-Lopez, A., Hinojosa-Arango, G., Petatán-Ramírez, D., Moreno-Baez, M., Godinez-Reyes, C.R., Torre, J. (2018) Designing connected marine reserves in the face of global warming. *Global Change Biol.*, 24, e671–e691. <https://doi.org/10.1111/gcb.13989>
- Bastida-Zavala, R., de León-González, J.Á., Cenizo, J.L.C., Moreno-Dávila, B. (2014) Invertebrados bénticos exóticos: esponjas, poliquetos y ascidias. *Especies acuáticas invasoras en México*. CONABIO, México, 317-326.
- Becerril García, E.E., Salomón-Aguilar, C.A., Serrano Gómez, F.J., Jiménez Pérez, A.A., Hoyos Padilla, E.M. (2020) Tiburones y rayas: riqueza de especies, investigación. *Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.*
- Bermúdez Contreras, A., Ivanova Boncheva, A., González Peralta, A., de la Peña Barrón, A., Flores Irigollen, A., Oseguera Cházaro, M. (2020) Energía en La Paz. En: *La Bahía de La Paz: biodiversidad, procesos ecológicos y sociales*. Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Castro, A.A. (2013) Transformaciones históricas del paisaje urbano y natural de la ciudad de La Paz, siglos XIX y XX. UABCS M.C. tesis.
- Cruz-Falcón A., Murillo-Jiménez J.M., Troyo-Diéguez E., Nava-Sánchez, E. (2016) Distribución de sales y arsénico en el acuífero de La Paz BCS, México. http://www.cibnor.gob.mx/revistas-rns/pdfs/vol2num2/ARTICULO_4.pdf



- Czúcz, B., Z. Molnár, F. Horváth, G. Nagy, Z. Botta-dukát and K. Török, K., 2012. Using the natural capital index framework as a scalable aggregation methodology for regional biodiversity indicators. *J. Nat. Conserv.* 20, 144–152.
- Dolby, G., Bennett, S.E.K-, Lira-Noriega, A., Wilder, B.T., Munguia-Vega, A. (2015) Assessing the geologic and climatic forcing of biodiversity and evolution surrounding the Gulf of California. *J. Southwest*, 57, 391-455. <https://doi.org/10.1353/jsw.2015.0005>.
- Duarte, A.T. (1987) Los concheros de Baja California y sus perspectivas de investigación. *Estud. Front.*, (14), 111-116.
- Durán-Riveroll, L.M., Band-Schmidt, C.J., Okolodkov, Y.B., Almazán-Becerril, A. (2019) Florecimientos algales nocivos en las costas de México: estado actual y perspectivas. p. 217-312. En: Botello, A.V., S. Villanueva, J. Gutiérrez (eds.). *Costas y mares mexicanos: contaminación, impactos, vulnerabilidad y cambio climático*. UNAM, UAC. 652 pp. ISBN 978-607-30-2331-3. doi 10.26359/epomex.0419
- Durán-Riveroll, L.M., Band-Schmidt, C.J., Okolodkov, Y.B., Almazán-Becerril, A. (2020) Mareas rojas en las costas de México: estado actual y perspectivas. *La Jornada Ecológica, Efectos del cambio climático en los litorales*. Junio-julio, 2020. No. 230, pp. 8-9.
- Favoretto, F., Sánchez, C., Aburto-Oropeza, O. (2022) Warming and marine heatwaves tropicalize rocky reefs communities in the Gulf of California. *Progress in Oceanography*, 206, 102838.
- Fujita, H. (2010) Prehistoric occupation of Espíritu Santo Island, Baja California Sur, Mexico: Update and synthesis. *J. Calif. Great Basin Anthropol.*, 17-33.
- Fujita, H., Cáceres, C., Ainis, A.F. (2017) Pearl ornaments from Covacha Babisuri site on Espíritu Santo Island, Baja California Sur, Mexico. *Pacif. Coast Archaeol. Soc. Quart.*, 53(2,3), 63-86.
- Fujita, H., Bulhesen, K.M. (2019) Sitios pictográficos en la Sierra de las Cacachilas, Baja California Sur, México. En: *Las manifestaciones rupestres en México: técnica, iconografía y paisaje* (pp. 89-113). Enredars.
- Galina-Tessaro, P. y Álvarez-Cárdenas, S. (2020) Anfibios y reptiles terrestres de la Bahía de La Paz e islas aledañas. En: *La Bahía de La Paz: biodiversidad, procesos ecológicos y sociales*. Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.



- Gerhard, P. (1956) Pearl diving in lower California, 1533-1830. *Pacif. Hist. Rev.*, 25(3), 239-249.
- González-Abraham, C., Ezcurra, E., Garcillan, P.P., Ortega-Rubio, A., Kolb, M., Bezaury Creel, J.E. 2015. The human footprint in Mexico: Physical geography and historical legacies. *PloS one*, 10: e0121203. [10.1371/journal.pone.0121203](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121203)
- González Acosta, A.F., Balart Páez, E.F., Ruiz Campos, G., Espinosa Pérez, H., Cruz Escalona, V.H., Hernández López, A. (2020) Estado taxonómico y de conservación de los peces de la Bahía de La Paz. Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Hernández-Sandoval, F.E., López-Cortés, D.J., Band-Schmidt, C.J., Gárate-Lizárraga, I., Núñez-Vázquez, E.J., Bustillos-Guzmán, J.J. 2009. Toxinas paralizantes en moluscos bivalvos durante una proliferación de *Gymnodinium catenatum* Graham en la Bahía de La Paz, México. *Hidrobiológica* 2009, 19 (3): 245-256.
- Hernández-Trujillo, S., Esqueda-Escárcega, G., Palomares-García, R. (2010) Variabilidad de la abundancia de zooplancton en Bahía Magdalena Baja California Sur, México (1997-2001). *Lat. Amer. J. Aquat. Res.*, 38(3), 438-446.
- Leyva-Valencia, I., Hernández-Castro, J.E., Band-Schmidt, C.J., Turner, A., O'Neill, A., Núñez-Vázquez, E.J., López-Cortés, D.J., Bustillos-Guzmán, J.J., Hernández-Sandoval, F.E. (2021). Lipophilic toxins in wild bivalves from the southern Gulf of California, Mexico. *Mar. Drugs*, 19, 99. <https://doi.org/10.3390/md19020099>.
- Johnson, A.F., Moreno-Baez, M., Giron-Nava, A., Corominas, J., Erisman, B., Ezcurra, E., Aburto-Oropeza, O. (2017) A spatial method to calculate small-scale fisheries effort in data poor scenarios. *PLoS ONE* 12:e0174064. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174064>
- Lavaniegos, B.E., González-Navarro, E. (1999). Grupos principales del zooplancton durante El Niño 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.*, 47(1), 129-140.
- Lavaniegos, B.E., Heckel, G., Ladrón de Guevara, P. (2012) Seasonal variability of copepods and cladocerans in Bahía de los Ángeles (Gulf of California) and importance of *Acartia clausi* as food for whale sharks. *Cienc. Mar.*, 38(1A).



- León de la Luz, J.L., Medel Narváez, A., Domínguez Cadena, R. 2020. Florística del medio terrestre. En. La Bahía de La Paz: biodiversidad, procesos ecológicos y sociales. Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- López-Cortés, D.J., Band-Schmidt, C.J., Gárate-Lizárraga, I., Bustillos-Guzmán, J.J., Hernández-Sandoval, F.H., Núñez-Vázquez, E. (2011) Co-ocurrencia de *Chattonella marina* y *Gymnodinium catenatum* en la Bahía de La Paz, Golfo de California (Primavera 2009). Hidrobiológica 21 (2) 185-196.
- López-Cortés, D.J., Núñez-Vázquez, E.J., Band-Schmidt, C.J., Gárate-Lizárraga, I., Hernández-Sandoval, F.E., Bustillos-Guzmán, J.J. (2015) Mass fish die-off during a diatom bloom in the Bahía de La Paz, Gulf of California / Mortalidad masiva de peces durante un florecimiento de diatomeas en La Bahía de La Paz, Golfo de California. Hidrobiológica UAM/Iztapalapa 25(1):39-48. ISSN: 01888897.
- Maravilla Chávez, M.O. (2005) Reducción del impacto entre lobos marinos y redes agalleras en la Bahía de La Paz, BCS, México: Hacia el desarrollo sustentable de las pesquerías.
- Moreno-Dávila, B., Gómez-Gutiérrez, J., Alcoverro, T., Ramírez-Luna, S., Sánchez, C., Balart, E.F., Huato-Soberanis, L. (2021) Mass mortality of pen shell *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae) due to abrupt population increase of tunicate (*Distaplia* sp.) in a subtropical bay, Mexico. Estuar., Coast. Shelf Sci., 260, 107493.
- Moreno Gómez, G. 2016. Capacidad de carga urbana y análisis espacio-temporal del crecimiento de La Paz, BCS, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te3436.pdf>
- Morzaria-Luna, H.N., Cruz-Piñón, G., Brusca, R.C., López-Ortiz, A.M., Moreno-Báez, M. Reyes-Bonilla, H., Turk-Boyer, P. (2018) Biodiversity hotspots are not congruent with conservation areas in the Gulf of California. Biodiv. Conserv., 27: 3819–3842.10.1007/s10531-018-1631-x



- Munguia-Vega, A. (2011) Habitat fragmentation in small vertebrates from the Sonoran Desert in Baja California. Ph.D. dissertation. University of Arizona. 331 pp.
- Munguia-Vega, A., Rodriguez-Estrella, R., Shaw, W., Culver, M. (2013) Localized extinction of an arboreal desert lizard caused by habitat fragmentation. *Biol. Conserv.*, 157, 11-20.
- Munguia-Vega, A., Green, A.L., Suarez-Castillo, A.N., Espinosa-Romero, M.J., Aburto-Oropeza, O., Cisneros-Montemayor, A.M., Cruz-Piñon, G., Danemann, G., Giron-Nava, A., Gonzalez-Cuellar, O., Lasch, C., Mancha-Cisneros, M.M., Marinone, G., Moreno-Baez, M., Morzaria-Luna, H.N., Reyes-Bonilla, H, Torre, J., Turk-Boyer, P., Walther, M., Weaver, A.M. (2018) Ecological guidelines for designing networks of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 28, 749-776. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9529-y>.
- Munguia-Vega, A., Weaver, A.H., Dominguez-Contreras, J.F., Peckham, S.H. (2021) Multiple drivers behind mislabeling of fish from artisanal fisheries in La Paz, Mexico. *PeerJ*, 9, e10750. <http://doi.org/10.7717/peerj.10750>
- Núñez-Vázquez, E.J., Band-Schmidt, C.J.; Hernández-Sandoval, F.E.; Bustillos-Guzmán, J.J.; López-Cortés, D.J.; Cordero-Tapia, A., Heredia-Tapia, A., García-Mendoza, E., Peña-Manjarrez, J.L., Ruíz de la Torre, M.C., Medina-Elizalde, J. (2016). Impactos de los florecimientos algales nocivos en la salud pública y animal (silvestres y de cultivo) en el Golfo de California, pp. 72-80. En: García-Mendoza, E., Quijano-Scheggia, S. I., Olivos-Ortíz, A., Núñez-Vázquez, E. J. (eds.) Florecimientos Algales nocivos en México. CICESE. ISSN: 978-607-95688-5-6
- Ortega-Rubio, A., González-López, I., March-Mifsut, I., Bustamante-Moreno, E. I., Palmeros-Rodríguez, M. A., Bojórquez-Galeana, N., Bermúdez-Almada, B. (2019) Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo: Primer Área Natural Protegida de México con el Certificado Lista Verde de UICN. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 5(1), 43-68.
- Palomares-García, R., Martínez-López, A., Gárate-Lizárraga, I. (2002) Plankton Community changes in Bahía Concepción, México. *Oceánides*, 17, 113–128.
- Petatán Ramírez, D., Reyes Bonilla, H., Salvadeo, C., Urbán Ramírez, J., Carmona, R., Gómez Gallardo Unzueta A. Flores Ramírez, S.F. (2020) Patrones espaciales de la biodiversidad animal en la Bahía de La Paz. En: La Bahía de La Paz: biodiversidad, procesos ecológicos y



- sociales. Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. (eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Riosmena Rodríguez, R., López Vivas, J.M., Gómez Gallardo Unzueta, E.A. Cruz Piñón, G., Romo Piñera, A.K. 2020. La Bahía de La Paz: biodiversidad, procesos ecológicos y sociales. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Steinitz, C., Faris, R., Flaxman, M., Vargas-Moreno, J. C., Canfield, T., Arizpe, O., Angeles, M., Cariño, M., Santiago, F. Maddock III, F., Lambert C.D., Baird, K., Godínez, L. (2005) A sustainable path? Deciding the future of La Paz. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(6), 24-38.
- Valdivia-Carrillo, T., Rocha-Olivares, A., Reyes-Bonilla, H., Dominguez-Contreras, J.F., Munguia-Vega, A. (2021) Integrating eDNA metabarcoding and simultaneous underwater visual surveys to describe complex fish communities in a marine biodiversity hotspot. *Mol. Ecol. Res.*, 21, 1558-1574. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13375>

Material suplementario.

Entrevista a varios académicos mexicanos

<https://piedepagina.mx/amenaza-en-el-mar-florecimientos-algales-nocivos/>

FAN y desaladora de agua en Ensenada

<https://todos.cicese.mx/sitio/noticia.php?n=1503>