

**Hábitats y ecosistemas marino-costeros presentes en El
Corredor San Cosme a Punta Coyote: estado del
conocimiento y vacíos de información**

Informe técnico para la
Sociedad de Historia Natural Niparajá A.C.

Elaborado por:
Dra. Jenny Carolina Rodríguez-Villalobos
Dr. David Petatán-Ramírez

La Paz, BCS, febrero 2022

Tabla de contenido

1.	Introducción	1
2.	Metodología	2
3.	Resultados	4
a.	Narrativa del estado de conocimiento	4
b.	Amenazas detectadas	16
c.	Vacíos de información y oportunidades de estudio	18
d.	Recomendaciones finales	21
4.	Bibliografía	23
5.	Anexo Lista de mapas	32
6.	Anexo Cuadro resumen	48

1. Introducción

El Golfo de California es una extensión del océano Pacífico localizada entre el noroeste de México y la Península de Baja California, con una extensión aproximada de 1100 km (Brusca et al., 2005) y un ancho entre 80 y 200 km (Lluch-Cota et al., 2007). La parte peninsular del Golfo en su mayoría es rocosa, aunque presenta zonas dispersas de arena y costas estrechas que, dadas las condiciones climáticas propias del desierto, carecen casi completamente de drenaje de ríos continentales (Lluch-Cota et al., 2007). De acuerdo con las condiciones oceanográficas, así como la distribución de las especies y la conformación de las comunidades marinas, el Golfo de California se ha regionalizado en tres sub-zonas biogeográficas: 1). Zona norte del Golfo de California, comprendida desde la zona de influencia del Río Colorado hasta la zona de las Grandes Islas del Golfo, incluyendo Bahía San Francisquito y Bahía Kino 2). Zona centro del Golfo de California, que incluye el territorio marino desde el límite sur de la Zona Norte hasta el sur en Guaymas en el lado continental y Punta Coyote en el oeste en la costa de Baja California Sur y finalmente la 3). Zona Sur del Golfo de California, que se enmarca entre el límite sur de la Zona Centro, Cabo corrientes en Jalisco y Cabo San Lucas en la península de Baja California (Brusca et al., 2005 y Brusca y Hendrickx, 2010). A lo largo de estas zonas se encuentran diversos hábitats, que principalmente se asocian con ecosistemas de arrecifes y manglares hacia el sur, y con otros intermareales diversos a lo largo del Golfo (Lluch-Cota et al., 2007).

En asociación con la disponibilidad de múltiples hábitats, la región del Golfo de California ha sido reconocida como una de las de mayor biodiversidad y por ende de gran importancia económica y cultural para México, quien ejerce completa soberanía y control sobre este mar. Conocido como el acuario del mundo, el Golfo de California alberga: casi 5000 especies de invertebrados marinos (más de 700 endémicas), alrededor de 850 especies de peces (con más de 70 endémicas), aproximadamente 650 especies de flora marina, así como especies carismáticas como tortugas marinas, ballenas, entre otros (Brusca et al., 2005 y Brusca et al., 2010).

En la actualidad los océanos se enfrentan a múltiples amenazas tales como la reducción de *stocks* pesqueros por sobrepesca, eutrofización de aguas costeras, incremento de actividades humanas perjudiciales, que pueden comprometer la biodiversidad de los océanos y los servicios ambientales prestados por los ecosistemas marinos, por lo que su manejo y conservación es una prioridad (Álvarez-Romero et al., 2013). En respuesta a esta situación de riesgo, diversos planes de conservación se han puesto en marcha con el fin

de detener o ralentizar la pérdida de diversidad y servicios ambientales en los océanos. El Golfo de California es uno de los centros mundiales de conservación, pues en éste actualmente diversos planes de conservación y manejo se han instaurado para contener las amenazas detectadas sobre los recursos naturales presentes dentro de las cuales se reconocen principalmente la sobrepesca, el turismo, la acuicultura y agricultura el desarrollo urbano en las zonas costeras (Álvarez-Romero et al., 2013).

Con el objetivo general de conocer la diversidad, distribución y vulnerabilidad de hábitats que se encuentran a lo largo del Corredor San Cosme a Punta Coyote para futuros análisis que ayuden a conocer los impactos que la pesquería puede tener sobre los principales hábitats, en este trabajo se resume de manera preliminar la información encontrada en literatura sobre los ecosistemas marino-costeros localizados en la zona de interés.

2. Metodología

Para cumplir el objetivo propuesto, se realiza una recopilación bibliográfica con la literatura disponible en internet consultada a través de buscadores digitales como Google Scholar, Web of Science, Research Gate, Scielo (Scientific Electronic Library Online), Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe), Science Direct Freedom Collection, utilizando como palabras clave (en español e inglés) “ecosistemas marinos”, “humedales”, “arrecifes”, “manglares”, “marismas”, “playas”, “hábitat”, “Golfo de California”, “Mar de Cortés”, “esteros”. Se consideran dentro de este documento, artículos científicos, de divulgación, informes técnicos, tesis académicas, así como documentos oficiales del gobierno.

Una vez reunida la información, ésta se organiza en una tabla que resume los datos principales incluyendo los bibliográficos y se realiza un análisis de los vacíos de información, así como las amenazas a los hábitats y las especies (Documento anexo: Cuadro resumen).

Es importante mencionar que la búsqueda de palabras clave condujo al hallazgo de trabajos que mencionan los hábitats y ecosistemas principales del Golfo de California, sobre los cuáles se hace la narrativa contenida en la sección 3. Resultados.

Con la bibliografía recopilada, adicionalmente se realizó cartografía de la distribución de los hábitats terrestres y marinos de la región. Para la caracterización de los hábitats terrestres en la región del corredor, se descargaron datos espaciales en formato shapefile de vegetación y uso de suelo serie V, humedales,

humedales potenciales, playas y dunas del INEGI (<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=03>) y polígonos de manglar de la CONABIO (http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=mx_man20gw:1@m=mixto), las capas se combinaron en un único shapefile y se recortaron al área de estudio para el desarrollo de cartografía temática. De manera adicional se descargaron datos de altura de Aster GDEM y batimetría del proyecto GEBCO (<https://www.gebco.net/>).

Para generar mapas de distribución y extensión de manglares recientes, se realizó un mosaico de imágenes del sensor Sentinel 2A tomadas entre los meses de octubre y diciembre del 2021 sin cobertura de nubes. Este mosaico se recortó al área de estudio y se calculó el índice de vegetación normalizada (NDVI) con la siguiente fórmula $NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$. De manera adicional, el mosaico se presenta en composición de falso color (B8, B3, B2) para remarcar en color rojo las zonas de manglar y otros tipos de vegetación no sumergida asociada a esteros y manglares.

Para los ecosistemas marinos, se realizó una búsqueda bibliográfica con información al respecto, si la bibliografía presentaba coordenadas de los sitios, estas fueron convertidas a coordenadas geográficas con notación decimal. Respecto a la bibliografía sin coordenadas explícitas, se obtuvieron las imágenes en forma de mapas presentados en los documentos. Estas imágenes fueron georreferenciadas en Arcmap 10.5 y se digitalizaron los sitios donde se han localizado los ecosistemas en la posición más próxima, debido a que mucha información bibliográfica se presenta a escala regional o de forma poco precisa. Además, la bibliografía no indica áreas sino sitios puntuales de estudio, por lo que se creó un archivo shapefile de puntos para la geolocalización de los ecosistemas, aunque sirven de referencia de la distribución de los ecosistemas, no es posible generar coberturas a partir de esta información.

Una vez creadas las bases de datos espaciales de ecosistemas terrestres y submarinos, para detectar los vacíos de información espacial, se creó una rejilla con la herramienta fishnet de Arcmap, esta rejilla es de 0.025° (≈ 2.7 km) de resolución espacial. Se utilizó la herramienta spatial join utilizando como parámetros las bases de datos espaciales de ecosistemas y la rejilla previamente descrita. Parte de los resultados de ese proceso es el conteo de elementos que se interceptan, de manera que, las celdas con 0 intercepciones con ecosistemas son celdas donde no hay información disponible. De manera adicional, se hizo un análisis espacial de las celdas con vacíos de información para su priorización, aquellas que se encuentren dentro de un polígono de Zona de Refugio Pesquero (ZRP) se definió como prioridad alta, mientras que aquellos en un radio de 10 km alrededor de una ZRP se definió como prioridad media y aquellos sitios con distancia superior a 10 km de una ZRP se definieron con prioridad baja.

Debido a la necesidad de conocer los vacíos de información en las zonas de pesca del corredor, se hizo un análisis similar al de las ZRP, se interceptaron los cuadrantes definidos en la rejilla descrita previamente y se obtuvieron cuales celdas en las zonas de pesca no cuentan con estudios de los ecosistemas en esas regiones. Aquellas celdas que se traslapan con tres zonas de pesca, se definieron con prioridad alta, con dos zonas con prioridad media y con una zona con prioridad baja. Finalmente, celdas que no se interceptaron con las zonas de pesca tuvieron prioridad muy baja y zonas con estudios previos se definieron con la leyenda “información existente.

Finalmente, se estableció un buffer a los polígonos que componen el corredor asignando un valor de 3 km alrededor de estos, con la finalidad de obtener una tabla que resumiera la diversidad de hábitats presentes en los polígonos del corredor y su zona de influencia.

3. Resultados

a. Narrativa del estado de conocimiento

De acuerdo con Munguia-Vega et al. (2018) dentro del Golfo de California se presentan principalmente siete hábitats de poca profundidad: arrecifes rocosos, montes submarinos, manglares, humedales, mantos de rodolitos, bosques de *Sargassum* y pastos marinos. En particular dentro de El corredor de Punta Coyote a San Cosme, se presentan diversos ecosistemas marinos costeros (Sánchez-Ibarra et al., 2013), que incluyen todos aquellos considerados humedales. Los humedales costeros, son definidos por La Convención de los humedales Ramsar como la “variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses” (Convención de Ramsar, 2006).

Dentro de los humedales también se encuentran las formaciones de arena o **dunas** que son ecosistemas costeros que dadas sus características geomorfológicas y sedimentarias proveen servicios ambientales fundamentales, convirtiéndose en ecosistemas socioeconómicamente valiosos y que, ante las condiciones actuales, presentan una alta vulnerabilidad asociada con las proyecciones de incremento en el nivel del mar, entre otros factores (Jiménez-Orocio et al., 2015). En Baja California Sur se concentra el 27% de la superficie de dunas costeras de México, aunque su presencia en el Golfo de California es limitada, y se presentan aisladas y en asociación con desembocadura de arroyos (Figura 1), se observan tres tipos de dunas: frontales, parabólicas y transgresivas (Rodríguez-Revelo et al., 2017). En inmediaciones de la ciudad de La Paz, se presenta un sistema de dunas bien definido (Rodríguez-Revelo et al., 2017), dentro del que sobresale la “Duna el Portugués” de aproximadamente 25 m de altura, ubicada al norte de Punta Coyote, inicio de El Corredor (Velasco-García, 2009 y Rodríguez et al., 2017). De acuerdo con la información espacial recopilada, en la zona del corredor se extienden alrededor de 300 hectáreas de playas arenosas (Anexo XI).

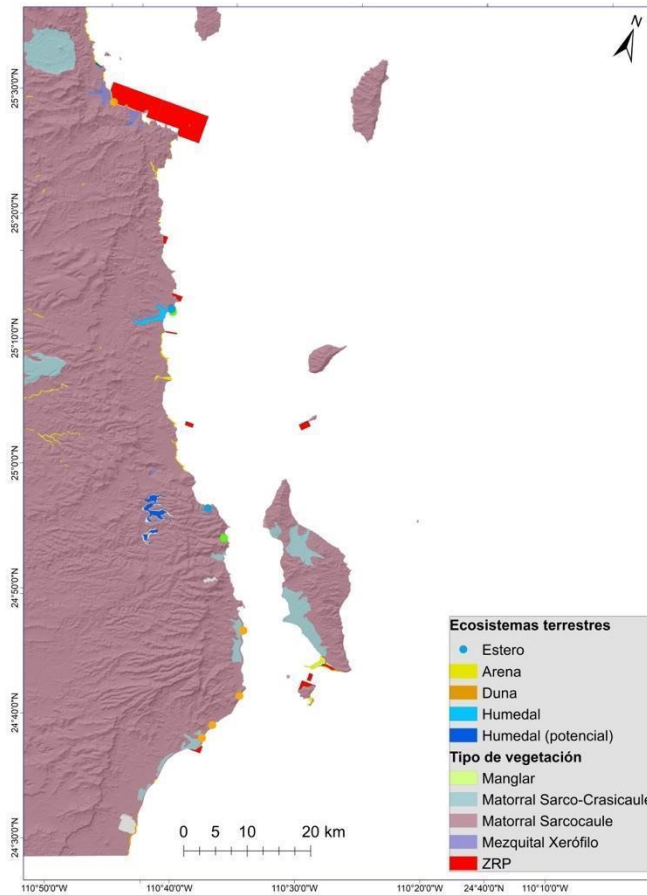


Figura 1. Distribución y presencia de ecosistemas costeros terrestres en El Corredor San Cosme a Punta Coyote.

Las dunas costeras cumplen diversas funciones principalmente asociadas con la protección de la costa y la erosión costera, pero además son hábitat importante de numerosas especies de flora, invertebrados, anfibios, reptiles y aves playeras (Rodríguez-Revelo et al., 2017). Las dunas costeras son además un ecotono que relaciona los ecosistemas marinos y terrestres con vegetación y animales exclusivos y compartidos entre estos (Rodríguez-Revelo, 2017). En su trabajo de grado doctoral Rodríguez-Revelo (2017) destaca que dentro los servicios ecosistémicos prestados por las dunas costeras del Golfo de California en el lado peninsular (Loreto, San Juan de la costa y La Paz) se encuentran la protección de costas y la extracción de material minero. La vegetación característica de las dunas de la zona Centro del Golfo, está conformada por las especies *Abronia maritima*, *Sesuvium portulacastrum*, *Palafoxia linearis*, *Croton californicus* y *Asclepias subaphylla* (Jiménez-Orocio et al., 2015). Es importante recalcar que, de acuerdo con los investigadores, es limitada la información disponible sobre el estado de las dunas conservadas del Golfo de California (Jiménez-Orocio et al., 2015).

Otro de los humedales presentes en El Corredor, es el **manglar**. El Golfo de California limita la distribución al norte de los manglares en el Pacífico Oriental (29°06'N), tanto el número de especies asociadas a la comunidad como la cobertura disminuye conforme incrementa la latitud hasta su máxima distribución (González-Zamorano et al., 2011). Su presencia, estructura y distribución en la región está determinada por las condiciones del clima, hidrología, geomorfología, topografía y las mareas (Flores-Verdugo et al., 1992). Los manglares se distribuyen dentro del la Zona Centro del Golfo (Figura 1), en la Bahía de Loreto, el Estero de Tembabichi (Figura 2), Isla San José (Figura 2), en El Corredor desde San Cosme hasta Punta el Mechudo y en la Bahía de La Paz (Isla Espíritu Santo y La Paz) (Ávila-Flores, 2021). Su distribución ocurre dentro de pequeñas bahías y esteros a manera de parche (Aburto-Oropeza et al., 2008), cubriendo un área de 4.97 km² en total (González-Zamorano et al., 2011). De acuerdo con información suministrada por Ávila-Flores (2021), en la región peninsular del Golfo de California específicamente aquella comprendida en El Corredor San Cosme – Punta Mechudo, se presenta un total de 123.6 hectáreas de manglar de las cuales 123 (99.5% de esta superficie) se localizan dentro del área natural protegida “Islas del Golfo de California” y el área restante dentro de la zona de Tembabichi en el municipio de Loreto (fuera de un área prioritaria de manglar) (Figura 3). La cobertura aproximada de acuerdo con imágenes Sentinel 2A utilizadas en este estudio, en la región de la Isla San José, se encuentran 98 hectáreas de manglar (Fig. 2A), mientras que en la región de la figura 2B, se encuentran 2.31 hectáreas y en el estero Tembabichi (Fig. 3D) se encuentran 0.32 hectáreas de manglar.

En la región de interés se reportan principalmente tres especies de mangles *Avicennia germinans* conocido como mangle negro, *Laguncularia racemosa* o mangle blanco y *Rhizophora mangle* llamado también mangle rojo (Ávila-Flores, 2021). En 2021, se reporta por primera vez la presencia de *Conocarpus erectus* en la Isla San José BCS en donde se encuentran frutas en diferentes estadios de desarrollo, así como numerosas semillas (Ochoa-Gómez et al., 2021). De acuerdo con estudios genéticos, en las inmediaciones del Golfo de California se presenta una baja diversidad genética, que se presume debida a una reciente colonización de *A. germinans*, dada la poca estructura genética presente y la evidencia de un flujo genético hacia el norte reciente. En *R. mangle*, la falta de señal de dispersión hacia el norte a pesar de su capacidad para ello, indica una presencia más antigua de esta especie en la región del Golfo de California que no comparte ancestros con individuos del Pacífico central (Sandoval-Castro et al., 2014).

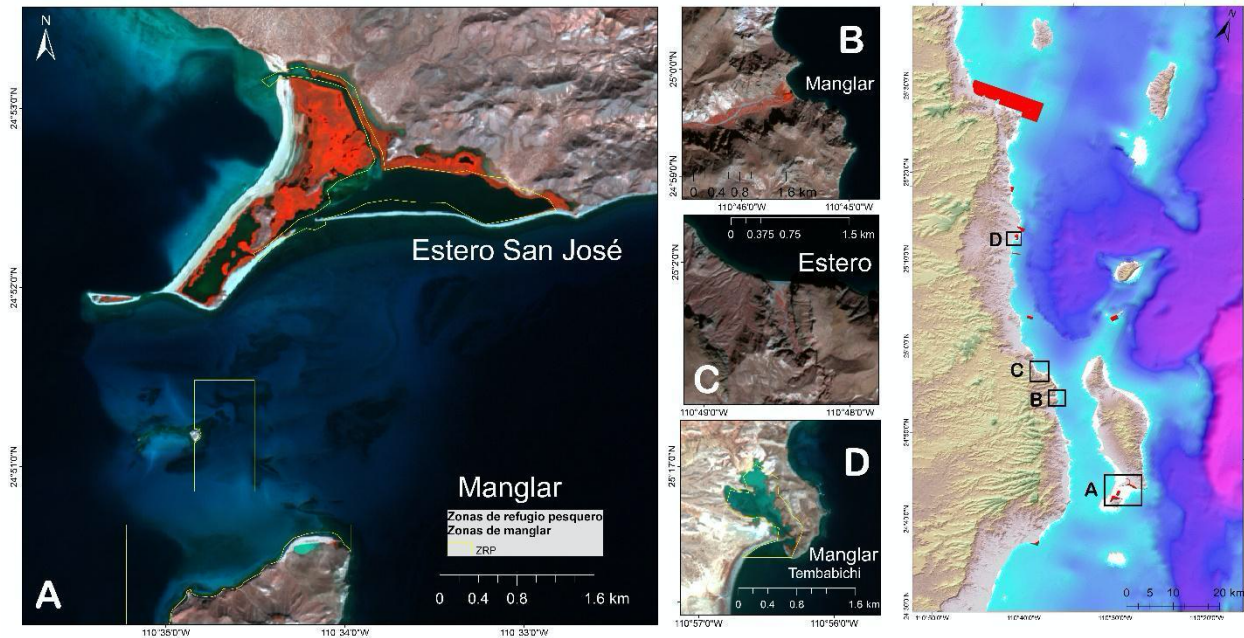


Figura 2. Distribución y presencia de manglar en el Estero San José (A) y Estero Tembabichi (D) en El Corredor San Cosme a Punta Coyote. Las zonas B y C son sitios sin nombre, pero corresponden a ecosistemas de manglar (B) y estero (C).

Son múltiples los estudios realizados sobre estos ecosistemas (CONABIO, 2009) y algunos centrados en la descripción de los servicios ambientales que prestan. La conexión entre ecosistemas marinos y terrestres es una de las características ecológicas de importancia que representan los ecosistemas de manglar incluso considerada para su protección bajo la NOM-022-SEMARNAT-2003 (DOF, 2003). La alta biodiversidad de los manglares en las zonas costeras sumado a la función que cumplen de filtración de agua (DOF, 2003), protección de costas ante huracanes (DOF, 2003), guardería de especies con importancia comercial (Hernández-Felix *et al.*, 2017), entre otros. Adicionalmente, los manglares de la península Baja California, producen grandes cantidades de alimento anualmente, e incrementan los ingresos económicos de comunidades costeras por su relación con especies de importancia comercial en la región (Aburto-Oropeza *et al.*, 2008). Especies claves de los ecosistemas marinos y en categoría de peligro para su conservación dependen de estos importantes ecosistemas. Los individuos juveniles del pargo amarillo o clavellino *Lutjanus argentiventris* utilizan las raíces de los mangles donde realizan actividades de caza o alimentación (Aburto-Oropeza *et al.*, 2009). Las tortugas carey *Eretmochelys imbricata*, juveniles en la Isla San José utilizan preferencialmente el hábitat de manglar y los arrecifes rocosos someros cercanos a manglar como lugar de forrajeo (Martínez-Estevez *et al.*, 2021). Por lo anterior, es importante señalar la necesidad de proteger estos espacios, así como dar manejo a las pesquerías para evitar que los animales sean afectados por la pesca incidental en esta región (Martínez-Estevez *et al.*, 2021). En México, existe el Sistema de

monitoreo de manglares de México (CONABIO, 2022 <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm>), el cuál ha reportado cambios (con datos de hace más de dos décadas) en la cobertura de los bosques de manglar en el Golfo de California (mayores a 1 ha), confirmando que entre 2010-2015, la tasa de cambio por deforestación en el ecosistema fue de -0.09 (CONABIO, 2022). Como parte de las acciones consideradas para la conservación de los ecosistemas y la amortiguación de los efectos del cambio climático, se propone un proyecto que busca evitar emisiones de casi tres millones de mg CO₂ en 100 años, evaluados en US\$ 426,000 por año (Adame et al., 2018). La propuesta indica que los fondos se podrían utilizar para mejorar el manejo de los manglares, la vigilancia, erradicación de especies invasivas, además de utilizar para incrementar la resiliencia comunitaria en cercanías a los ecosistemas (Adame et al., 2018).

Las macroalgas son de gran relevancia en los ecosistemas marinos y en particular en las zonas costeras son de importancia para las poblaciones humanas que las utilizan tanto para alimento propio como para los animales, como fertilizantes y para la extracción de colorantes y coloides (Suárez et al., 2013). Dentro de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas conformados por algas, además del aporte a la producción primaria en las aguas costeras de los océanos, se encuentra el incremento de la densidad de invertebrados y peces que cumplen alguna parte de su ciclo de vida en ellos (Aburto-Oropeza, *et al.*, 2007). En el Golfo de California (Figura 3) se reportan más de 450 especies algales y específicamente para la zona Sur, en la Bahía de La Paz, se registraban hace un par de décadas, 205 especies. La zona florística central (delimitada desde San Francisco hasta La Paz), incluye 41 especies endémicas incluyendo *Gracilaria ascidiicola* y *G. marcijana* (Espinoza-Ávalos, 1993).

En el Golfo de California, los **bosques de *Sargassum*** (género de alga parda), su distribución es común en el litoral costero. El crecimiento y formación de los bosques de *Sargassum*, ocurre desde noviembre y diciembre, alcanzando su máximo desarrollo y densidad en los meses de mayo y junio, hasta que, coincidiendo con mayores temperaturas en el agua a partir de julio, las plantas se despegan del sustrato y permanecen a la deriva por algún tiempo (Aburto-Oropeza, 2009). Se conforman por seis especies *S. herporhizum*, *S. horridum*, *S. johnstonii*, *S. lapazeanum*, *S. sinicola* y *S. ulixei* sp. Nov. (Andrade-Sorcía et al., 2014). Se presentan especies de *Sargassum* endémicas del Golfo, distintas del lado Pacífico de la península con dos orígenes propuestos: un grupo (cinco especies) originario del hemisferio norte y el segundo conformado por *S. sinicola* introducido cuando el lado sur se abrió (Andrade-Sorcía et al., 2014). En Agua Verde, parte de El Corredor, se reporta actualmente *Sargassum horridum* y *S. lapazeanum* (Andrade-Sorcía et al., 2014). En El Corredor San Cosme-Punta Coyote, se han evaluado 62 bosques con áreas de 1,095.6 m² a 542,894.0 m², y coberturas entre 29% a 83% (Figura 3). La biomasa media de estos

bosques se encontraba entre 1,782.6 kg y 1,943,344.0 kg (Suárez-Castillo, 2014). Las variaciones en biomasa y extensión de los bosques de *Sargassum* están determinadas por las condiciones climáticas pues la temperatura, el oxígeno disuelto y la disponibilidad de nutrientes afectan el desarrollo del alga (Suárez-Castillo, 2014).

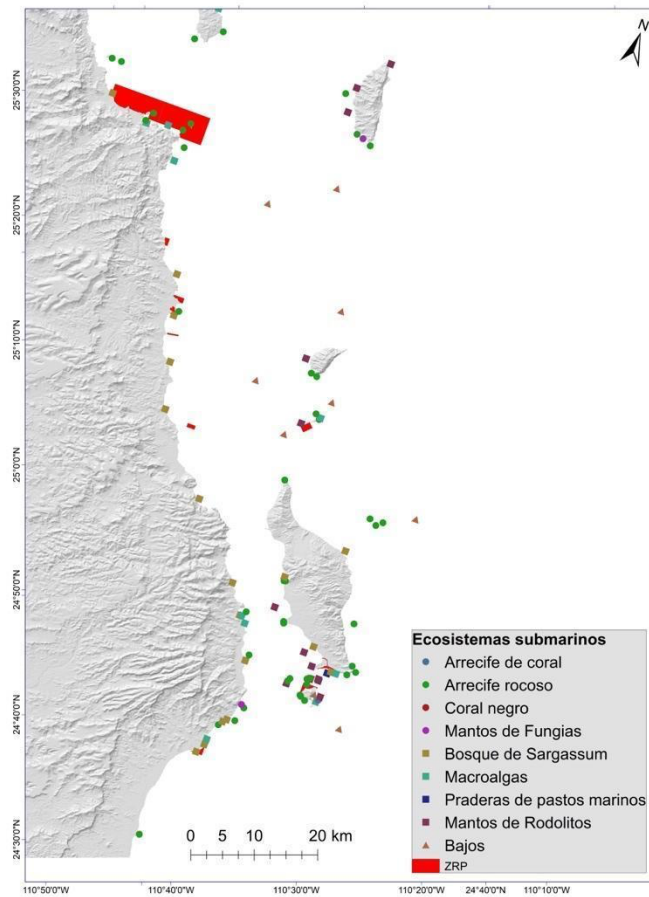


Figura 3. Ecosistemas costeros marinos presentes en El Corredor San Cosme a Punta Coyote.

Los bosques de *Sargassum* se han postulado como un hábitat crítico en la zona costera del Golfo de California (Suárez-Castillo, 2014). Estos bosques se asocian con un incremento en la complejidad del hábitat dentro del ecosistema donde se encuentran (Aburto-Oropeza, et al., 2007), lo cual favorece la disponibilidad de refugio, sustrato y alimento para diversas especies de peces e invertebrados (Suárez et al., 2013). Los bosques de *Sargassum*, también actúan como guarderías de juveniles de dichas especies (Aburto-Oropeza, 2009), algunas de interés comercial como la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea* cuyos juveniles se reclutan preferencialmente en las costas rocosas que presentan bosques estacionales de esta macroalga (Aburto-Oropeza, et al., 2007). Además de esta especie, estudios destinados a conocer la diversidad asociada a los bosques de *Sargassum* en el Golfo de California, confirman que 37 especies entre

peces en invertebrados asociadas a las macroalgas representan importancia como recurso ornamental y/o pesquero (Suárez-Castillo, 2014).

El sargazo, como comúnmente se conoce, es un potencial recurso aprovechable dentro del Golfo de California de acuerdo con las estimaciones realizadas por algunos autores (Casas-Valdez, 2009) sin embargo, el beneficio económico es mayor si se consideran los servicios ambientales que presta como hábitat y refugio de especie comercialmente importantes dentro del Golfo (Suárez-Castillo, 2014).

Los ***mantos de rodolitos*** son otros de los hábitats de ecosistemas rocosos presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (Figura 3) que incrementan el reclutamiento de numerosas especies, muchas de ellas de interés comercial. Los rodolitos son formas libres no articuladas de algas rojas coralinas (Corallinaceae, Rhodophyta), que presentan la particularidad de crear mantos extensos a lo largo de extensas latitudes e intervalos de profundidad (Steller et al., 2003). En el Golfo de California la presencia de estos mantos de rodolitos ha sido registrada entre 1 y 25 m de profundidad en diferentes localidades desde el norte incluyendo Bahía Concepción, Islas Coronado, Isla San José, Isla Cayo, Calerita y Canal de San Lorenzo en La Paz, hasta Islas Marietas en Jalisco, entre otros, formando parches de tamaños aproximados a 1 m² que en conjunto pueden cubrir los fondos marinos (Foster et al., 1997, Riosmena-Rodríguez et al., 2012).

En Bahía Concepción es donde se han realizado el mayor número de estudios. En esta zona, la cobertura de los mantos de rodolitos cubre un área de 10.6 ha, principalmente en el lado oeste de la bahía (Hinojosa-Arango y Riosmena-Rodríguez, 2014). Mayor asociación de invertebrados que de peces. Se resalta la importancia del manejo de estos ecosistemas para evitar el colapso de pesquerías

Estos hábitats son muy relevantes en la zona costera porque tienen funciones ecológicas importantes tales como la formación de arena, el reclutamiento de especies pesqueras (Hinojosa-Arango et al., 2014) y la asociación de una alta biodiversidad de especies de invertebrados y peces (Riosmena-Rodríguez et al., 2012) en comparación con hábitats cercanos como los fondos de arena (Steller et al., 2003). Los mantos de rodolitos son reconocidos por ser hábitats disponibles para numerosas especies que incluyen más de 200 de macroinvertebrados, macroalgas y criptofauna (Hinojosa-Arango et al., 2014). Tanto la biodiversidad como la abundancia asociada a los mantos de rodolitos sufre variaciones estacionales como en la mayoría de los ecosistemas marinos (Steller et al., 2003).

La relación de los invertebrados con los rodolitos ha sido investigada en el grupo de los erizos, quienes utilizan sus fragmentos, así como otros de conchas o rocas para cubrir sus cuerpos. Los erizos de la especie *Toxopneustes depressus*, en el Golfo de California, específicamente en Bahía Concepción, Isla Coronados,

Isla San José e Isla El Pardito, se presentan en bajas densidades dentro de los mantos, pero se alimentan preferencialmente de estas algas rojas calcificantes lo cual no es común para estas especies (James, 2000). Los individuos generan perturbaciones sobre los mantos de rodolitos, así como sobre las algas *Caulerpa*, al hacer huecos y desprender las raíces (James, 2000). Aunque los erizos no colaboran a la formación de los mantos, si colaboran en su estabilidad (James, 2000). La asociación entre rodolitos y corales escleractinios se ha documentado en el Golfo de California donde se han reportado las siguientes especies hermatípicas: *Psammocora stellata* (Isla San José y Canal de San Lorenzo), *Porites panamensis* (Bahía Concepción, Isla San José, Isla Coronados y Canal de San Lorenzo), *Porites sverdrupi* (Bahía Concepción e islas San José y Coronados), *Fungia curvata* (Isla San José y Canal de San Lorenzo), *Fungia distorta* (Isla San José y Canal de San Lorenzo). Estas asociaciones son menos comunes en la zona de interés, que en otros lugares donde se han registrado como Panamá, lo cual puede deberse a las condiciones de luz y temperatura, así como las características de transporte que se presentan entre zonas y especies (Reyes-Bonilla et al., 1997).

Los ***pastos marinos***, conforman otro de los ecosistemas de importancia ecológica en las zonas costeras. Por sus características morfológicas, las raíces de los pastos estabilizan los sedimentos ayudando a la protección de la costa de los procesos de erosión que pueden afectarlas. Desde 1994 García y Lot (1994) mencionaban que los pastos marinos presentan distribución discontinua y concentrada al norte del Golfo de California (Figura 3) y en Isla Espíritu Santo, específicamente en San Gabriel donde *Rupia maritima* crece de manera escasa. Precisamente en relación con esta especie, López-Calderón et al., (2010), reportan el incremento en su abundancia y distribución, pues a partir del año 2006 se evidencia su presencia antes no reportada en Bahía Concepción y 2009 en Balandra, comprobando su poder de expansión en la región. Los estudios de pastos marinos en el Golfo de California se han realizado principalmente en Bahía Concepción en donde las comunidades están representadas por *Zostera marina*, junto con las especies *R. maritima* y *Halodule wrightii* (López Calderón et al., 2013). Respecto a estas poblaciones, son dinámicas dada la temperatura del agua entre junio y septiembre mueren los haces de pasto marino en el Golfo de California (López et al., 2013). De acuerdo con Hinojosa-Arango et al., 2014 en Bahía Concepción la cobertura de pastos marinos es de 33.74 ha, siendo la segunda categoría de cobertura en esta zona, después del alga parda. Como los ecosistemas descritos con anterioridad, las praderas de pasto cumplen funciones de guardería, alojando juveniles de muchas especies, así como ejemplares de diferentes estadios de vida de crustáceos, moluscos y peces de importancia comercial (Riosmena-Rodríguez et al., 2013).

Los ecosistemas de ***arrecife rocoso*** son los más estudiados dentro del área de interés y también son los que presentan una mayor cobertura en hectáreas dentro del Golfo de California. Éste es uno de los principales

hábitats que albergan una gran biodiversidad y cuya distribución espacial es amplia tanto en zonas del continente, como en la península de Baja California y en las múltiples islas presentes (Sánchez et al., 2015). Los arrecifes rocosos son el ambiente dominante en las más de 900 islas e islotes presentes en la zona del Golfo tanto en regiones someras como en los montes submarinos de mayor profundidad, con una distribución batimétrica que alcanza incluso más de los 300 m, aunque la mayor diversidad se encuentra en los hábitats localizados entre los 20 y 30 m de profundidad (Sánchez et al., 2015). De acuerdo con lo descrito por Sánchez y colaboradores en 2015, en esta zona es posible encontrar diversos hábitats de arrecifes rocosos con complejidades dentro de las que se encuentran cantos rodados de diferentes tamaños, paredes verticales y terrazas. En cuanto al área de cobertura de los arrecifes rocosos en las localidades que comprenden El Corredor San Cosme a Punta Coyote, existe poca información específica, sin embargo, las estimaciones oscilan entre las 100 y 365 ha de acuerdo con lo descrito por Munguia-Vega y colaboradores en el año 2018.

Dada su alta biodiversidad, los arrecifes rocosos han sido ampliamente estudiados en el Golfo de California. Desde hace más de una década se ha postulado la necesidad de proteger los recursos naturales mediante la implementación de herramientas de manejo como las reservas marinas, cuyo establecimiento requiere un conocimiento social, ecológico y económico de los bienes y servicios brindados por estos ecosistemas (Aburto-Oropeza y López-Sagástegui, 2006). Por este motivo diversas investigaciones se han enfocado en obtener información para evaluar los sitios potenciales de protección de acuerdo con los criterios científicos necesarios (Munguia-Vega et al., 2018) para la implementación de estrategias de conservación como las reservas marinas (Aburto-Oropeza y López-Sagástegui, 2006).

Su importancia económica y ecológica para México, ha permitido que los arrecifes rocosos en el Golfo de California sean objetivo de estudios de diversa índole. Respecto a la diversidad biológica, por ejemplo, las comunidades de macroinvertebrados han sido descritas en términos de su composición, densidad y cambios latitudinales a lo largo del Golfo, incluyendo los sitios localizados en El Pardito, las Ánimas, Isla San Dieguito, Isla Santa Cruz, los cuáles en términos generales una mayor riqueza de moluscos y equinodermos y una mayor densidad de anélidos y ascideos, siguiendo un patrón similar al resto de la región (Ulate et al., 2016). De acuerdo con su composición específica, las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en la región de El Corredor, pertenecen a la zona centro que abarca de los 24 a 28° de latitud y que se presenta como una zona de transición entre el norte y el sur, y está caracterizada por una menor cobertura de arrecifes rocosos y una mayor de corales escleractinios (Ulate et al., 2016).

La Isla San José ha sido uno de los lugares más estudiados dentro de aquellos comprendidos en El Corredor desde hace algunas décadas. Dentro de los macroinvertebrados los *phyla* Cnidaria (Scleractinia y Gorgonacea), Mollusca (Gastropoda, bivalvia y cephalopoda) y Echinodermata (Echinoidea y Holothuroidea) han sido descritos en términos de su composición y abundancia, describiéndose 38 especies de las cuales las especies de erizo *Tripneustes depressus* y *Echinometra vanbrunti*, son los más abundantes, coincidiendo con lo descrito por otros autores (Solis-Marin et al., 2005) para otros lugares del Golfo de California (Holguín-Quiñones et al., 2008).

En Isla San José además se presenta una alta variedad de especies de importancia comercial y ecológica, así como especies endémicas del Golfo. La comunidad de peces está conformada por más de 110 especies (representando más del 30% del total de 271 peces arrecifales reportados para la región) pertenecientes a 76 géneros, dentro de las cuáles las más abundantes son especies comunes de arrecifes del Pacífico como *Abudefduf troschelii*, *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes rectifrae* num, *Mulloidichthys dentatus*, *Chromis atrilobata*, *Lutjanus argentiventris* y *Scarus ghobban* (Aburto-Oropeza y López-Sagástegui, 2006, Barjau-González et al., 2012). Las familias mejor representadas son Serranidae, Labridae, Pomacentridae, Haemulidae, Scaridae y Lutjanidae, con especies de importancia pesquera para el país (Villegas-Sánchez et al., 2009). Se resalta que la composición específica de las especies de peces en arrecifes rocosos de la Isla San José está estructurada de acuerdo con la profundidad encontrando que a diferentes estratos se observan variaciones significativas (Villegas-Sánchez et al., 2009).

De acuerdo con la bibliografía en las islas San José, San Francisquito y El Pardito, la comunidad de peces está compuesta por 298 especies de las cuáles casi el 50% son peces arrecifales (n=124), mientras que las especies restantes se asocian con otros hábitats presentes como los fondos de arena y pelágicos demersales. De manera general la comunidad íctica en estos sitios está dominada por aquellas especies tropicales típicas del Pacífico oriental tropical y por esas con distribuciones que alcanzan incluso la provincia de San Diego. En la zona se registraron más de 20 especies endémicas (Palacios-Salgado et al., 2012). Hacia la zona sur del El Corredor, el número de estudios comunitarios en arrecifes rocosos es limitado. En los sitios El Portugués y El Mechudo algunas evaluaciones describen la estructura taxonómica de las comunidades incluyendo el reemplazo de especies entre los sitios evaluados (Barjau-González et al., 2016), se resalta la ausencia de estudios de este tipo para el sureste del Golfo de California pese a la importancia comercial, turística y ecológica que presentan (Barjau-González et al., 2016).

Recientemente algunos estudios de ecología funcional han aportado información referente a la divergencia funcional de los peces arrecifales presentes en las islas del Golfo de California, incluyendo aquellas

localizadas dentro de El Corredor de San Cosme a Punta Coyote (Olivier et al., 2018). De acuerdo con estos análisis, en cuatro de las islas analizadas dentro de las cuáles se encuentra la Isla San José, se presentan los valores más altos de riqueza de especie, diversidad funcional y abundancia de especies del Golfo de California. Sin embargo, existe una baja redundancia funcional (múltiples especies cumpliendo un rol ecológico similar) dentro de los sitios analizados lo cual alerta sobre el estado de protección de 1/3 de las especies funcionalmente únicas que son sometidas a presión pesquera de manera natural. A diferencia de lo ocurrido con la comunidad de macroinvertebrados los sitios localizados en El Corredor y hacia el sur de éste, presentan una ganancia en diversidad de especies ícticas conforme disminuye la latitud, por lo que el fortalecimiento del manejo de los recursos en estos se considera vital para la conservación de la biodiversidad del golfo de California (Olivier et al., 2018).

La conservación de la biodiversidad que albergan los arrecifes rocosos del Golfo de California ha despertado el interés por estimar la condición de estos ecosistemas con relación a actividades que pudieran poner en riesgo la permanencia de los recursos asociados a sus hábitats (Aburto-Oropeza et al., 2015). De tal manera, se han desarrollado índices que estiman la integridad o salud de los arrecifes rocosos considerando variables tales como: biomasa de piscívoros y carnívoros, abundancia relativa de zooplanctívoros, estrellas y erizos. Por medio de este índice se han evaluado diferentes arrecifes rocosos en la región, encontrándose diferencias significativas con relación al nivel de protección presente en estos, con solo el 36% de aquellos arrecifes fuera de áreas naturales protegidas, con valores de índice de salud positivos. De esta manera, por ejemplo, un arrecife protegido presenta mayores tamaños de bivalvos y gastrópodos, con más del 40% de la biomasa conformada por piscívoros, a diferencia de aquellos hábitats con valores intermedios de condición en donde los carnívoros dominan con más del 50% de la biomasa o en eso abiertos sin protección donde más del 60% de la biomasa la componen los peces herbívoros y los organismos zooplanctívoros (Aburto-Oropeza et al., 2015).

Los montes submarinos son otro de los hábitats disponibles en la parte sur del Golfo de California hacia la península. Estas formaciones son estructuras sobresalientes del fondo submarino que dadas sus características pueden alterar los procesos ecológicos físicos y biológicos donde se presenten, incluyendo cambios en la circulación oceánica, incremento en la producción primaria y en la biodiversidad asociada a ellos (González-Armas, 2002). Los bajos como también se conocen a los montes submarinos, se caracterizan por las numerosas especies de peces asociados, algunos con importancia comercial, lo cuál es atractivo para la pesca, el buceo y la fotografía submarina (González-Armas, 2002). También la pesca comercial se desarrolla en estas zonas en donde se extraen los especímenes por medio de palangres de fondo o redes agalleras que pueden abarcar incluso toda la extensión del bajo (Sala et al., 2003). No existen

muchos estudios relacionados con la extensión o cobertura de los arrecifes rocosos en los bajos del Golfo de California, la mayoría de los trabajos se han realizado en aquellos localizados hacia el sur, como el Bajo de Espíritu Santo, sobre el que hay información oceanográfica (Buenrostro et al., 2003, Trasviña-Castro et al., 2003), de zooplanccton (González-Armas et al., 2002), referente a la dinámica de las comunidades de peces (Melo et al, 2003, Jorgensen et al., 2016), movimiento y desplazamiento de tiburones (Klimley et al 1993, Ketchum et al., 2020), en otros temas.

Dentro de la zona de El Corredor, se encuentra el bajo San Marcial, también conocido como bajo al sur de Catalana, localizado al sur de Isla Catalina a una distancia de 8 millas náuticas (Aburto-Oropeza et al., 2010). La formación de este bajo se asocia a restos de un volcán submarino, con una columna de basalto que alcanza casi la superficie del agua. El arrecife está conformado por un centro rocoso localizado aproximadamente a 20 metros de profundidad, a partir del cual se genera una pendiente gradual hasta el fondo de carácter arenoso conformado por una comunidad bentónica típica de este tipo de sustratos (Aburto-Oropeza et al., 2010). En la parte somera del arrecife rocoso de San Marcial presenta una composición típica de las comunidades de las costas de Baja California, tales como estrellas, pepinos de mar y especies de peces con importancia comercial. Adicionalmente de acuerdo con los estudios, este bajo cuenta con una diversidad importante de corales blancos y coral negro (Aburto-Oropeza et al., 2010).

En cercanías a las zonas de refugio pesquero de San Diego y las de la Isla San José, se encuentra el bajo de Las Ánimas. Este monte submarino, alcanza la superficie a manera de islote que alberga a gran cantidad de aves marinas, lo cual es una evidencia de la alta productividad de esta zona. Las Ánimas se localiza a 10 millas náuticas al nororiente de la Isla San José (Aburto-Oropeza et al., 2010). También formado por restos volcánicos con una columna sobresaliente de basalto que alcanza los 20 m sobre la superficie que se profundiza con un cantil de rocas pronunciado hasta una profundidad de 100 m, donde una plataforma arenosa se extiende con un diámetro de aproximadamente siete km, a partir de los cuáles se profundiza abruptamente (Aburto-Oropeza et al., 2010). Este bajo presenta una alta riqueza de peces de importancia comercial dentro de los que se encuentran el huachinango (*Lutjanus peru*), el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*), el mero chino (*Cirrhitis rivulatus*), los soldados (*Paranthias colonus*), peces ángeles y jureles (*Caranx sexfasciatum*), además de numerosas especies de macroinvertebrados (Aburto-Oropeza et al., 2010).

En resumen, las ZRP con mayor cantidad de ecosistemas estudiados son El Pardito, isla San José, La Brecha, San Francisquito y San Marcial, todos estos con 16 a 27 sitios estudiados, mientras que Estero Tembabichi, La Habana, La Morena, Punta Botella, Punta Coyote, San Diego y San Mateo son las área del

corredor con menos sitios de estudio encontrados, ya que se describen un máximo de cinco ecosistemas en estas áreas, como se muestra en la tabla resumen 3 del anexo 6.

b. Amenazas detectadas

De manera general el Golfo de California presenta desafíos para la persistencia de los ecosistemas costeros. Ulloa y colaboradores (2006) realizaron un análisis de las amenazas a las que están sometidos los recursos naturales de la región. En este trabajo definen *amenaza* como “toda actividad humana que afecta o pudiesen afectar en forma negativa importante al medio marino-costero”. De acuerdo con ellos, dentro de las acciones mencionadas que se pueden detectar específicamente en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote se encuentran: la cercanía a poblaciones con al menos 10,000 y hasta 100,000 habitantes, y actividades relacionadas con la pesca de sardina, de escama, de moluscos, de especies cartilaginosas, de calamar, incluyendo puertos pesqueros, así como actividades de turismo selectivo (Ulloa et al., 2006). Dos de los principales problemas que enfrentan los hábitats caracterizados en la región están asociados a la degradación de los hábitats y la contaminación. La región de interés presenta un importante desarrollo turístico que ha significado la edificación de numerosas locaciones destinadas al alojamiento y distracción de los turistas (Lluch-Cota et al., 2007).

Las dunas costeras enfrentan numerosos desafíos para su conservación. A nivel mundial se considera que la erosión costera amenaza aproximadamente el 75% de las playas del mundo (Bird, 1996). Dentro de las amenazas de origen humano se encuentran las obras de construcción y las actividades desarrolladas en el sistema playa-duna, que ocasionan cambios tanto en la estructura como en la función de estos ecosistemas (Pedroza et al., 2013). De acuerdo con el documento preparado por SEMARNAT, “Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias”, las actividades humanas como el tránsito de las personas en una de las actividades que ejerce un mayor impacto negativo sobre el sistema de dunas costeras, pues a pesar de ser sistemas resilientes a esta perturbación, la compactación de la arena reduce la densidad vegetal y la capacidad de regeneración de las dunas (Pedroza et al., 2013).

Respecto a los manglares, a nivel nacional se calcula una pérdida de cobertura de manglar de más del 65% desde la década de los 80's (Ulloa et al., 2006). Dentro de las causas que han llevado a la pérdida de cobertura se encuentran actividades humanas: agrícolas y agropecuarias, construcción de complejos hoteleros incluyendo campos de golf, granjas destinadas al cultivo de camarón; y de origen natural como incendios forestales (CONABIO, 2009). En la península de Baja California, los manglares son sometidos

a extracción de maderas y de productos medicinales, además de estar sometidos a las actividades pesqueras en sus inmediaciones. Estas actividades son consideradas de bajo impacto y por lo general realizadas de manera controlada en la zona, sin embargo, sí pueden causar daños irreparables en el hábitat y el ecosistema completo (Santamaría-Gallegos et al., 2011).

Los pastos marinos se enfrentan a diferentes desafíos en el Golfo de California. En el caso de *Zostera marina*, por ejemplo, la sobrepesca daña de manera mecánica los pastos que son arrancados desde la raíz de manera constante sin darle tiempo a la planta de recuperarse. Aunado a esto, las descargas de aguas cargadas de nutrientes en cercanía a los asentamientos humanos en la zona costera y el cambio en el uso del suelo son otras perturbaciones de origen humano que afectan los pastos marinos. También es importante mencionar que la presencia de especies competidoras tales como *R. maritima* afectan las poblaciones de esta especie de pasto (López-Calderón et al., 2013).

Con relación a *Sargassum* spp., Suárez-Castillo (2014) resume algunas de las causas conocidas de la disminución o desaparición de las poblaciones siendo éstas: oleaje, vientos causados por tormentas y aumento de la temperatura del agua de mar y clima oceanográfico, pesquerías y destrucción de hábitat, efectos del cambio climático, cambios en las redes tróficas tales como incremento en la cantidad de herbívoros causados por la sobrepesca de especies de peces depredadoras (principalmente con valor comercial), entre otros (Suárez-Castillo, 2014).

Los estados costeros del Golfo de California han presentado un crecimiento económico importante debido al interés comercial y turístico que han despertado en los últimos años lo cual consecuentemente ha incrementado la presión sobre los ecosistemas costeros y en particular sobre los arrecifes (Enríquez-Andrade et al. 2005). Asimismo, el calentamiento del mar genera presión sobre las especies arrecifales tales como corales, constructores y habitantes de diversos hábitats, así como cambios en la composición y función de las comunidades ícticas de arrecifes a lo largo del Golfo de California (Ayala-Bocos et al., 2015).

Los arrecifes rocosos incluyendo aquellos localizados en aguas someras, montes submarinos y las profundidades del Golfo de California, se encuentran bajo la presión de las actividades pesqueras desde hace muchas décadas, pero solo en los últimos años su impacto ha llamado la atención de la comunidad científica. La pesca en arrecifes profundos en el Golfo de California tiene una historia continua de más de 60 años, y se ha incrementado en torno a la pesca de camarón y de especies de peces arrecifales. Muchas especies habitantes de arrecifes profundos y montes submarinos han sufrido la presión pesquera en la región, dentro de éstas se encuentran los meros y cabrillas, los tiburones y los pargos entre otras (Aburto-

Oropeza et al., 2010). Los montes submarinos además se enfrentan, en zonas que no tiene protección, a las redes de arrastre de barcos pesqueros que capturan camarón, aunque su enfoque se da en fondos arenosos, el arrastre incidental sobre las formaciones rocosas, causan deterioro sobre los hábitats descritos (Aburto-Oropeza et al., 2010).

c. Vacíos de información y oportunidades de estudio

El análisis de la bibliografía realizado permite observar que los ecosistemas más estudiados en términos ecológicos, fisiológicos y económicos o comerciales son los manglares y arrecifes rocosos. Sin embargo, este mismo análisis indica que existen pocos estudios que se encargan de describir en términos de cobertura, biomasa y distribución (batimétrica o espacial), estos ecosistemas y diversos hábitats reportados como presentes en el Golfo de California, tanto dentro de El Corredor San Cosme a Punta Coyote, como en sus cercanías. En el análisis de literatura realizada, varios estudios destacan la necesidad de conocer y mapear los hábitats representativos del Golfo y comprender si los que son claves para el sostenimiento de la alta biodiversidad característica de la región, están siendo considerados en los planes de conservación (Morzaria-Luna et al., 2018, Munguia-Vega et al., 2018).

En general, los diversos hábitats presentan estudios en zonas puntuales, tal es el caso de aquellos localizados en la Bahía de La Paz y el área de Loreto, pero en los puntos comprendidos entre ellos, existen pocos trabajos científicos publicados que caractericen las zonas, así como las comunidades de peces, invertebrados, corales y demás organismos presentes (Fernández-Rivera Melo et al., 2018). El caso de la Isla San José es una de las excepciones pues múltiples estudios han realizado caracterizaciones de las comunidades de peces e invertebrados presentes en arrecifes rocosos de esa localidad (ver sección a. Narrativa del estado de conocimiento).

Un vacío de información general y que no pudo ser atendido con el análisis bibliográfico y la construcción de mapas con apoyo de las imágenes satelitales es la cobertura (ha) de los hábitats identificados dentro de El Corredor. No existen capas de cobertura en la literatura, solamente se cuenta con información sobre los bosques de sargazo, pero dado que estos son altamente dinámicos en el tiempo, la información disponible de hace siete años no necesariamente reflejan la cobertura actual del hábitat. La ausencia de información tomada *in situ*, con características de la cobertura del fondo, georreferenciada y con estimaciones de área, impiden contrastar con las imágenes de satélite el componente que se observa en ellas.

Considerando los ecosistemas y hábitats de manera particular, en el caso de los manglares, pese a contar con un monitoreo extenso desde 2010, CONABIO quien lidera este programa a nivel nacional (CONABIO, 2009), no considera aquellos que presentan una extensión inferior a 1 ha. Por esto, muchos de los parches de manglar presentes en la zona de interés, permanecen sin ser estudiados y monitoreados. Por este motivo, y en entendimiento de los servicios ecosistémicos que el hábitat de manglar presta, incluyendo aquellos que lo relacionan con ecosistemas cercanos, se sugiere realizar visitas al campo y tomar mediciones de la cobertura del manglar para realizar una calibración de mapeo con imágenes satelitales. Asimismo, es importante realizar una caracterización del área del ecosistema por medio de drones aéreos, así como estimaciones sobre el valor económico de los servicios ambientales prestados en conjunto con la descripción de estos servicios en ecosistemas adyacentes y conectados.

Respecto a los arrecifes rocosos, a pesar de ser uno de los ecosistemas con más interés científico, de conservación, y económica, aún la información referente a sus extensiones y características ecológicas principales son escasas en la mayoría de los puntos en donde se ha registrado su presencia dentro de El Corredor (Munguia-Vega et al., 2018). De manera consistente con los bajos o montes submarinos, los arrecifes rocosos más estudiados se encuentran en zonas más al norte o al sur de El Corredor. Por este motivo, se sugiere realizar un mapeo completo de los registros de presencia, realizar un muestreo en campo que permita hacer una georreferenciación del arrecife y que permita posteriormente cotejar las imágenes satelitales para hacer calibración de las estimaciones de área por medio de esta herramienta.

Con relación a los bajos o montes submarinos se sugiere la exploración de aquellos no previamente descritos como los presentes en cercanías a Isla San José, El Pardito e Isla San Francisquito y evaluar de acuerdo con su tamaño, cobertura de arrecife rocoso y viabilidad del hábitat para especies de interés pesquero, su inclusión dentro ZDR más cercana.

Dada la dinámica temporal que presentan los bosques de *Sargassum*, las macroalgas, los pastos marinos y los mantos de rodolitos, respecto al mapeo de estos hábitats es importante realizar seguimientos estacionales *in situ* (primordialmente durante la época que se reporta su mayor desarrollo), que contengan puntos georreferenciados de los polígonos donde se distribuyan y posteriormente realizar un cotejo con imágenes satelitales para determinar la factibilidad de realizar seguimientos utilizando esta herramienta, tras la construcción de mapas de cobertura de estos.

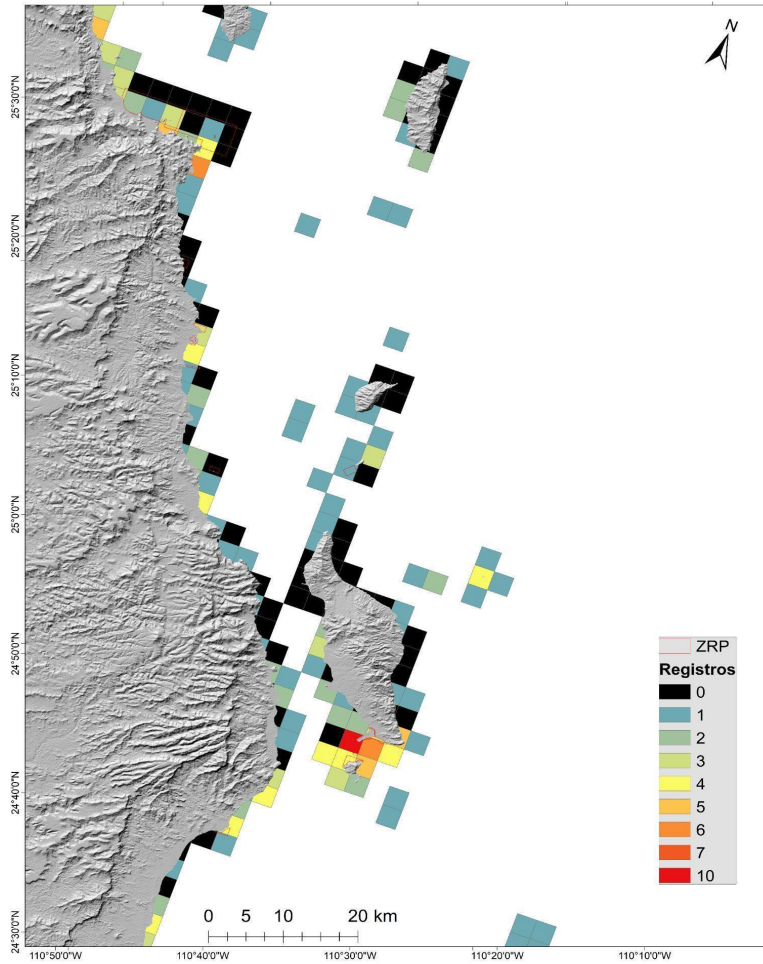


Figura 4. Vacíos de información espacial (rejillas en color negro).

Finalmente, desde el punto de vista espacial, existen vacíos de información en 106 de 245 cuadrantes, representando el 43% del área de estudio en donde no se encontraron los hábitats reportados presentes en el Golfo de California, esto se muestran como cuadros de color negro en la Figura 4. Por lo anterior se sugiere que se realicen muestreos exploratorios para caracterización del fondo y superficie marina. Para esto se recomienda el empleo de diversas herramientas como: vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés), drones aéreos, buceo *scuba*, sonar y sondas acústicas para el mapeo del fondo.

d. Recomendaciones finales

- Realizar caracterizaciones de los hábitats presentes, especies y estado de las poblaciones de las especies prioritarias de conservación, en los sitios de interés dentro de El Corredor de San Cosme a Punta Coyote, considerando de acuerdo con los vacíos de información existentes aquellos que presentan prioridad alta y media de estudio como se muestra en la Figura 5 y 6.

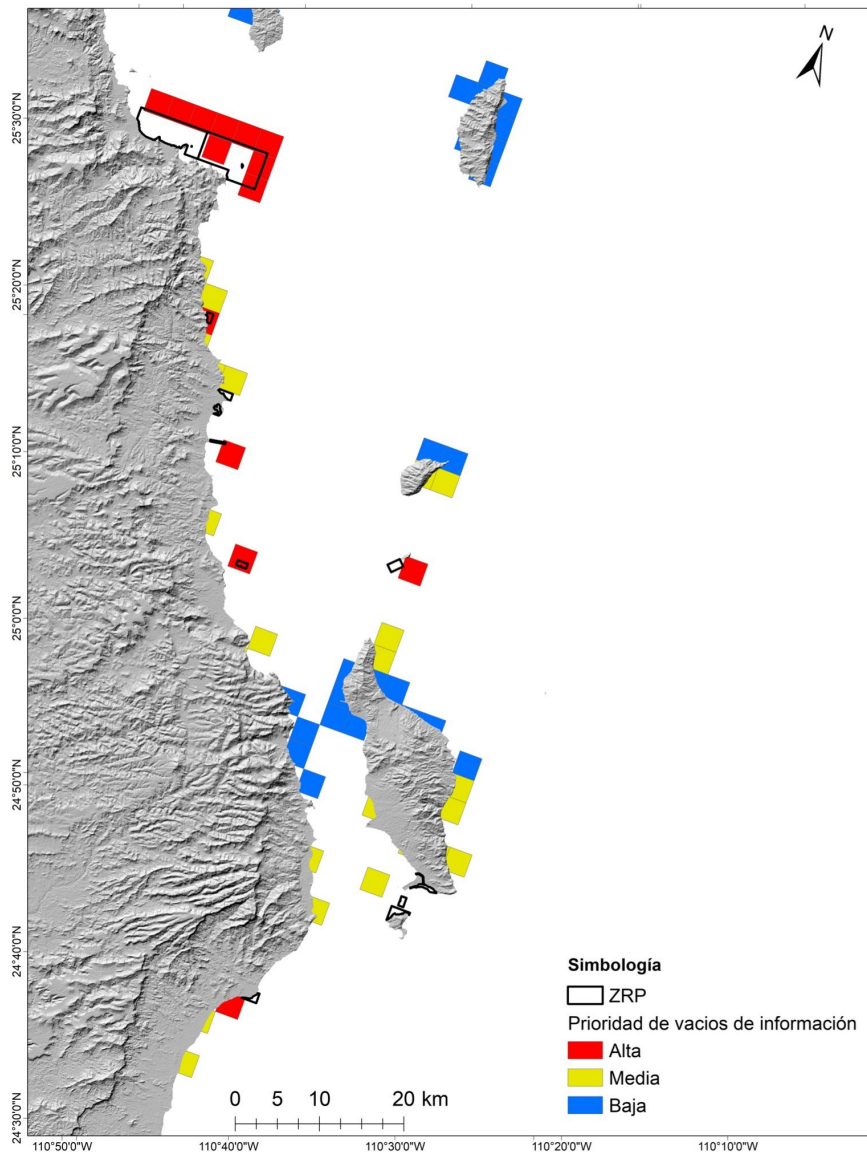


Figura 5. Prioridad de atención de los vacíos de información espacial detectados en las ZRP de El Corredor San Cosme a Punta Coyote

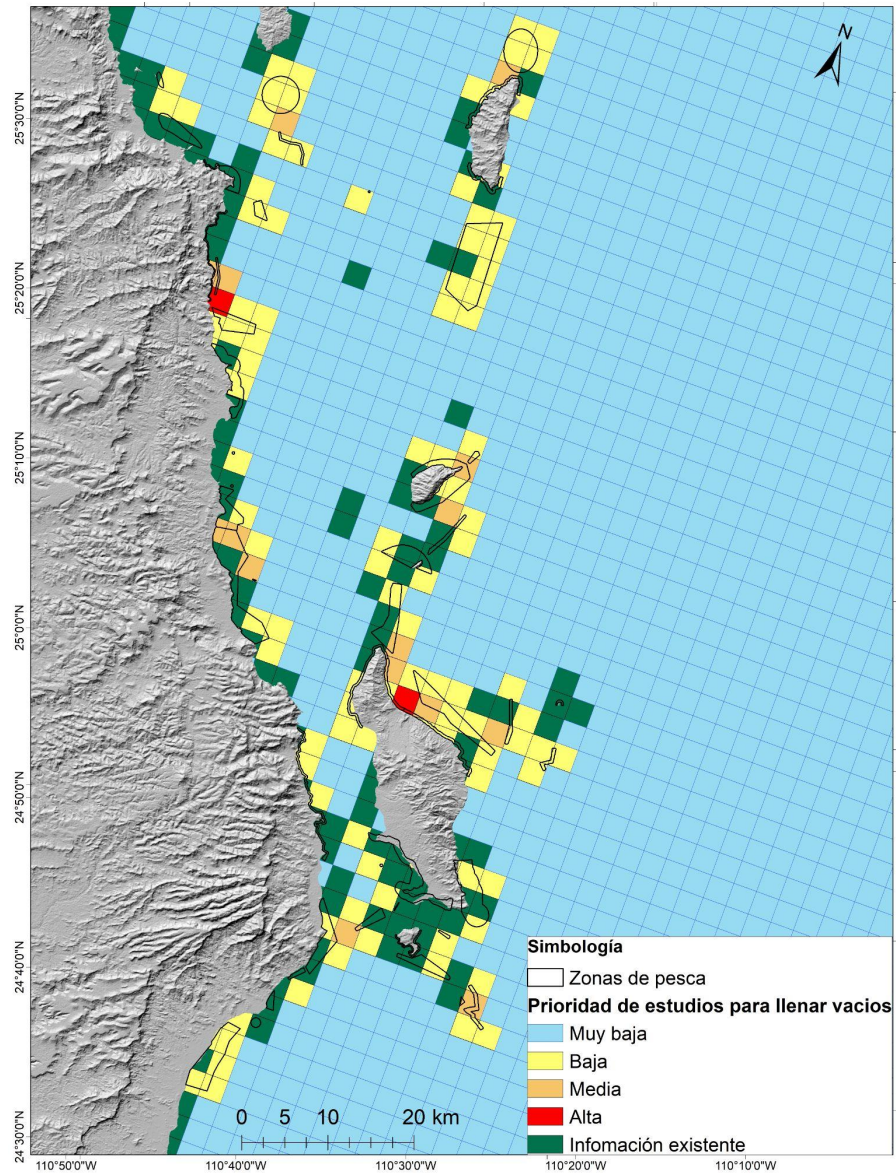


Figura 6. Prioridad de atención de los vacios de información espacial detectados en las zonas de pesca de El Corredor San Cosme a Punta Coyote

- Para la caracterización de los hábitats se recomienda el uso de diversas herramientas como vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés), drones aéreos, buceo *scuba*, sonar y sondas acústicas para la obtención de batimetría y mapeo del fondo.

- De manera adicional, complementar estos estudios con los monitoreo biológicos y ambiental, que permita formar una línea base del estado de los ecosistemas, su biodiversidad y la variabilidad climática. Se sugiere dar seguimiento a las condiciones de temperatura, producción primaria y oxígeno disuelto debido al incremento de las olas de calor, la caídas en la producción primaria por el calentamiento del océano y la expansión de la zona mínima de oxígeno, fenómenos que han incrementado su frecuencia en los últimos años y pueden afectar de manera importante a la biodiversidad local, incluyendo recursos de importancia pesquera y los ecosistemas en general.

- Dada la importancia como hábitats críticos que presentan la mayoría de aquellos identificados dentro de las ZDR y zonas de pesca, se recomienda realizar una caracterización completa del uso del hábitat de acuerdo a la ontogenia de las especies prioritarias pesqueras, así como los cambios que se han presentado en las poblaciones de éstas y otras dentro de su red trófica, a nivel de abundancia, densidad y talla de los individuos durante los años de monitoreo biológico. Lo anterior con el fin de evaluar la efectividad de las ZDR y las necesidades de adecuación o implementación de las medidas de acuerdo a la situación observada.

4. Bibliografía

Aburto-Oropeza, O., & López-Sagástegui, C. (2006). A marine reserve network for the gulf of California: The next step in conserving" the world's aquarium. Greenpeace. México DF, GREENPEACE México, 30.

Aburto-Oropeza, O., Sala, E., Paredes, G., Mendoza, A., & Ballesteros, E. (2007). Predictability of reef fish recruitment in a highly variable nursery habitat. *Ecology*, 88(9), 2220-2228.

Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J., & Sala, E. (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(30), 10456-10459.

Aburto-Oropeza, M. O. (2009). The role of nursery habitats and climate variability in reef fish fisheries in the Gulf of California. Doctoral thesis dissertation. University of California, San Diego.

Aburto-Oropeza, O., Dominguez-Guerrero, I., Cota-Nieto, J., & Plomozo-Lugo, T. (2009). Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (*Lutjanus argentiventris*) in the Gulf of California. *Marine biology*, 156(12), 2461-2472.

Aburto-Oropeza, O., Caso, M., Erisman, B., & Ezcurra, E. (2010). Bitácora del mar profundo. Una expedición por el Golfo de California. Instituto Nacional de Ecología UC MEXUS SCRIPPS Institution of oceanography. Ciudad de México. 197 pp.

Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Moxley, J., Sánchez-Rodríguez, A., Mascarenas-Osorio, I., Sánchez-Ortiz, C., ... & Ricketts, T. (2015). A framework to assess the health of rocky reefs linking geomorphology, community assemblage, and fish biomass. *Ecological Indicators*, 52, 353-361.

Adame, M. F., Najera, E., Lovelock, C. E., & Brown, C. J. (2018). Avoided emissions and conservation of scrub mangroves: potential for a Blue Carbon project in the Gulf of California, Mexico. *Biology letters*, 14(12), 20180400.

Álvarez-Romero, J. G., Pressey, R. L., Ban, N. C., Torre-Cosío, J., & Aburto-Oropeza, O. (2013). Marine conservation planning in practice: lessons learned from the Gulf of California. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 23(4), 483-505.

Andrade-Sorcía, G., Riosmena-Rodríguez, R., Muniz-Salazar, R., Lopez-Vivas, J. M., Boo, G. H., Lee, K. M., & Boo, S. M. (2014). Morphological reassessment and molecular assessment of *Sargassum* (Fucales: Phaeophyceae) species from the Gulf of California, Mexico. *Phytotaxa*, 183(4), 201-223.

Ávila-Flores, G. A. (2021). Evaluación Integral de los manglares del Estado de Baja California Sur, México. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 127 pp.

Ayala-Bocos, A., Reyes-Bonilla, H., Calderón-Aguilera, L. E., Herrero-Perezrul, M. D., & González-Espinosa, P. C. (2016). Proyección de cambios en la temperatura superficial del mar del Golfo de California y efectos sobre la abundancia y distribución de especies arrecifales. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 8(1), 29-40.

Barjau-González, E., Rodríguez-Romero, J., Galván-Magaña, F., & López-Martínez, J. (2012). Changes in the taxonomic diversity of the reef fish community of San José Island, Gulf of California, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 21(14), 3543-3554.

Barjau-González, E., Rodríguez-Romero, J., Galván-Magaña, F., & Maldonado-García, M. (2016). Seasonal shift in the taxonomic diversity of rocky reef fishes in the southwestern Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(1), 11-19.

Bird, E.C. (1996). *Beach management*. John Wiley & Sons, New York, 617 pp.

Brusca, R. C., Findley, L. T., Hastings, P. A., Hendrickx, M. E., Cosío, J. T., & van der Heiden, A. M. (2005). Macrofaunal diversity in the Gulf of California. *Biodiversity, ecosystems, and conservation in Northern Mexico*, 179.

Brusca, R. C., & Hendrickx, M. E. (2010). Invertebrate biodiversity and conservation in the Gulf of California. *The Gulf of California Biodiversity and Conservation. Tucson: The University of Arizona Press and The Arizona-Sonora Desert Museum*, 72-95.

Buenrostro, A. A., Castro, A. T., Melo, A. F. M., & Espinoza, M. L. A. (2003). Influence of EBES seamount and Farallon basin on coastal circulation in the Gulf of California, Mexico. *Geofísica Internacional*, 42(3), 407-418.

Casas-Valdez, M. (2009). El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae) en el desarrollo regional En: Urciaga-García, J.I., Beltrán-Morales, L.F., Lluch-Belda, D. (Eds.) Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Universidad Autónoma de Baja California Sur, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – IPN, México, pp. 139–156.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO (2009). Manglares de México: Extensión y distribución. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF. 100 p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO (2022). Sistema de monitoreo de manglares de México. Disponible en línea en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm>

Convención de Ramsar. (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza)

Diario Oficial de la Federación. (2003). NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar., Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=697013&fecha=10/04/2003

Enríquez-Andrade, R., Anaya-Reyna, G., Barrera-Guevara, J. C., de los Ángeles Carvajal-Moreno, M., 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 & Coastal Management*, 48(1), 31-50.

Espinoza-Avalos, J. (1993). Macroalgas marinas del Golfo de California. *Biodiversidad marina y costera de México*, 328-357.

Fernández-Rivera Melo, F. J., Reyes-Bonilla, H., Ramírez-Ortiz, G., & Alvarez-Filip, L. (2018). Latitudinal variation in structure and function of conspicuous reef fish assemblages along the western Gulf of California. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1154-1166.

Flores-Verdugo, F., González-Farías, F., Zamorano, D.S., Ramírez-García, P., 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall, and detritus dynamics, in: U. Seeliger (Ed.), *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press, Inc, 269-288 pp.

Foster, M. S., Riosmena-Rodriguez, R., & Steller, D. L. (1997). Living rhodolith beds in the Gulf of California and their implications for paleoenvironmental interpretation. Geological Society of America. *in* Johnson, M. E., and LedesmaVazquez. I., eds., *Pliocene Carbonates and Related Facies Flanking the Gulf of California, Baja California, Mexico*: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 318.

García, P. R., & Lot, A. (1994). La distribución del manglar y de los pastos marinos en el Golfo de California, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 65(1), 63-72.

González-Armas, R., Palomares-García, R., & Silvia-Dávila, R. (2002). Copepod and macrozooplankton distribution associated to El Bajo Espíritu Santo seamount. *Contribution to the Study of East Pacific Crustaceans. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México*, 183-193.

González-Armas, R. (2002). Agregación de larvas de peces en el Bajo Espíritu Santo en el Golfo de California, sus cambios en los patrones de distribución y los procesos oceanográficos que los influyen. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 61pp.

González-Zamorano, P.; Nava-Sánchez, E.H.; León de La; Luz, J.L., and Díaz-Castro, S.C. (2011). Patrones de distribución y determinantes ambientales de los manglares peninsulares. In: Félix-Pico, E.F., Serviere, E., Riosmena, R., and León de La Luz J.L. (eds.), *Los Manglares de La Península de Baja California*. La Paz, B.C.S., México: CICIMAR-CIBNOR-UABCS, pp. 67–102.

Hernández-Félix, Lourdes, Molina-Rosales, Dolores, & Agraz-Hernández, Claudia. (2017). Servicios ecosistémicos y estrategias de conservación en el manglar de Isla Arena. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(3), 427-449. Recuperado en 15 de enero de 2022, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000300427&lng=es&tln=es.

Hinojosa-Arango, G., Rioja-Nieto, R., Suárez-Castillo, Á. N., & Riosmena-Rodríguez, R. (2014). Using GIS methods to evaluate rhodolith and Sargassum beds as critical habitats for commercially important marine species in Bahía Concepción, BCS, México. *Cryptogamie, Algologie*, 35(1), 49-65.

Holguin-Quiñones, O. E., González Medina, F. D. J., Solís Marín, F., & Félix Pico, E. F. (2008). Variación espacio-temporal de Scleractinia, Gorgonacea, Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea, de fondos someros de la isla San José, Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1189-1199.

James, D. W. (2000). Diet, movement, and covering behavior of the sea urchin *Toxopneustes roseus* in rhodolith beds in the Gulf of California, México. *Marine Biology*, 137(5), 913-923.

Jiménez-Orocio, O., Espejel, I., & Martínez, M. L. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), 486-507.

Jorgensen, S. J., Klimley, A. P., Muhlia-Melo, A., & Morgan, S. G. (2016). Seasonal changes in fish assemblage structure at a shallow seamount in the Gulf of California. *PeerJ*, 4, e2357.

Ketchum, J. T., Hoyos-Padilla, M., Aldana-Moreno, A., Ayres, K., Galván-Magaña, F., Hearn, A., ... & Klimley, A. P. (2020). Shark movement patterns in the Mexican Pacific: A conservation and management perspective. In *Advances in Marine Biology* (Vol. 85, No. 1, pp. 1-37). Academic Press.

Klimley, A. P., Cabrera-Mancillas, I., & Castillo-Geniz, J. L. (1993). Horizontal and vertical movements of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the southern Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 19(1), 95-115.

Lopez-Calderon, J., Riosmena-Rodríguez, R., Rodríguez-Baron, J. M., Carrión-Cortez, J., Torre, J., Meling-López, A., ... & García-Hernández, J. (2010). Outstanding appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur, México and its influence in trophic networks. *Marine biodiversity*, 40(4), 293-300.

López-Calderón, J., Riosmena-Rodríguez, R., Torre, J., & Meling-López, A. (2013). El pasto marino en el Golfo de California: estado actual y amenazas. *CONABIO. Biodiversitas*, 97, 20-15.

Lluch-Cota, S. E., Aragón-Noriega, E. A., Arreguín-Sánchez, F., Auriolos-Gamboa, D., Bautista-Romero, J. J., Brusca, R. C., ... & Sierra-Beltrán, A. P. (2007). The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in oceanography*, 73(1), 1-26.

Martínez-Estevez, L., Amador, J. P. C., Amador, F. C., Zilliacus, K. M., Pacheco, A. M., Seminoff, J. A., ... & Croll, D. A. (2021). Spatial ecology of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in foraging habitats of the Gulf of California, Mexico. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01540.

Melo, A. M., Klimley, P., Armas, R. G., Castro, A. T., Romero, J. R., & Buenrostro, A. A. (2003). Pelagic fish assemblages at the Espíritu Santo seamount in the Gulf of California during El Niño 1997-1998 and non-El Niño conditions. *Geofísica Internacional*, 42(3), 473-481.

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. *Biodiversity and Conservation*, 27(14), 3819-3842.

Munguia-Vega, A., Green, A. L., Suarez-Castillo, A. N., Espinosa-Romero, M. J., Aburto-Oropeza, O., Cisneros-Montemayor, A. M., ... & Weaver, A. H. (2018). Ecological guidelines for designing networks of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28(4), 749-776.

Ochoa-Gómez, J. G., Acosta-Velázquez, J., Anguamea-Valenzuela, C. A., & Martinetto, P. (2021). Distribution and structure of *Conocarpus erectus* L. (Combretaceae) in the northern limit of the Pacific Ocean (Gulf of California). *Ocean & Coastal Management*, 209, 105645.

Olivier, D., Loiseau, N., Petatán-Ramírez, D., Millán, O. T., Suárez-Castillo, A. N., Torre, J., ... & Reyes-Bonilla, H. (2018). Functional-biogeography of the reef fishes of the islands of the Gulf of California: integrating functional divergence into marine conservation. *Global Ecology and Conservation*, 16, e00506.

Palacios-Salgado, D. S., Rodríguez-Romero, J., Moreno-Sánchez, X. G., Abitia-Cárdenas, L. A., & Gutiérrez-Sánchez, F. J. (2012). Ichthyodiversity of San Jose, San Francisquito, and El Pardito islands in the southwestern Gulf of California, Mexico. CONACYT.

Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M. A., ... & Infante-Mata, D. (2013). Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México.

Reyes-Bonilla, H., Riosmena-Rodríguez, R., & Foster, M. S. (1997). Hermatypic corals associated with rhodolith beds in the Gulf of California, Mexico.

Riosmena-Rodríguez, R., López-Calderón, J. M., Mariano-Meléndez, E., Sánchez-Rodríguez, A., & Fernández-García, C. (2012). Size and distribution of rhodolith beds in the Loreto Marine Park: their role in coastal processes. *Journal of coastal research*, 28(1), 255-260.

Riosmena-Rodríguez, R., Muñoz-Salazar, R., López-Calderón, J., Torre-Cosío, J., Meling, A., Talbo, S. L., ... & Cabello-Pasini, A. (2013). Conservation status of *Zostera marina* populations at Mexican Pacific. *Advances in environmental research*, 27, 35-64.

Rodríguez Revelo, N. A. (2017). Los servicios ecosistémicos que proveen las dunas costeras de la Península de Baja California como un instrumento para la toma de decisiones. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Investigaciones Oceanológicas Facultad de Ciencias Marinas.

Rodríguez-Revelo, N., Espejel, I., Ojeda-Revah, L., Sánchez, M. A., Vázquez, C. A., & Moreno-Casasola, P. (2017). CAPÍTULO IV. El servicio ecosistémico de moderación de disturbios de las dunas costeras de la Península de Baja California. Los servicios ecosistémicos que proveen las dunas costeras de la Península de Baja California como un instrumento para la toma de decisiones. 98pp.

Sala, E., Aburto-Oropeza, O., Paredes, G., & Thompson, G. (2003). Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 72(1), 103-121.

Sánchez-Ibarra, C., D. M. Bermúdez-García, J. E. Bezaury-Creel, C. Lasch-Thaler, N. Rodríguez-Dowdell, N. Cárdenas-Torres, S. Rojas-González de Castilla, A. Gondor (editores). 2013. Plan de acción para la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad terrestre y marina de la región Golfo de

California y Pacífico sudcaliforniano. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy (TNC), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C., 294 pp. México

Sánchez-Rodríguez, A., Aburto-Oropeza, O., Erisman, B., Jiménez-Esquível, V. M., & Hinojosa-Arango, G. (2015). Rocky Reefs: Preserving Biodiversity for the Benefit of the Communities in the Aquarium of the World. In *Ethnobiology of corals and coral reefs* (pp. 177-208). Springer, Cham.

Santamaría-Gallegos, N. A., Danemann, G. D., & Ezcurra, E. (2011). Conservación y manejo de los manglares de la península de Baja California. *Los Manglares de la Península de Baja California*, 273. En: Pico, E. F. F., Zaragoza, E. S., Rodríguez, R. R., & de la Luz, J. L. L. (Eds): Los Manglares de la Península de Baja California. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Universidad Autónoma de Baja California Sur. México, 326 pp.

Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A., Durán-González, A., Ahearn, C. G., & Vega, J. T. (2005). Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 53(3), 123-137.

Steller, D. L., Riosmena-Rodríguez, R., Foster, M. S., & Roberts, C. A. (2003). Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 13(S1), S5-S20.

Suarez-Castillo, A. N., Riosmena-Rodriguez, R., Hernandez-Carmona, G., Méndez-Trejo, M. D. C., López-Vivas, J. M., Sánchez-Ortiz, C., ... & Torre-Cosío, J. (2013). Biodiversity associated to Sargassum forest at the Gulf of California. *Invertebrates: Classification, Evolution and Biodiversity*, 205-223.

Suárez- Castillo, A. N. (2014). Bosques de *Sargassum* en el Golfo de California: estrategias para su conservación y manejo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 169 pp.

Trasviña-Castro, A., De Velasco, G. G., Valle-Levinson, A., Gonzalez-Armas, R., Muhlia, A., & Cosío, M. A. (2003). Hydrographic observations of the flow in the vicinity of a shallow seamount top in the Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57(1-2), 149-162.

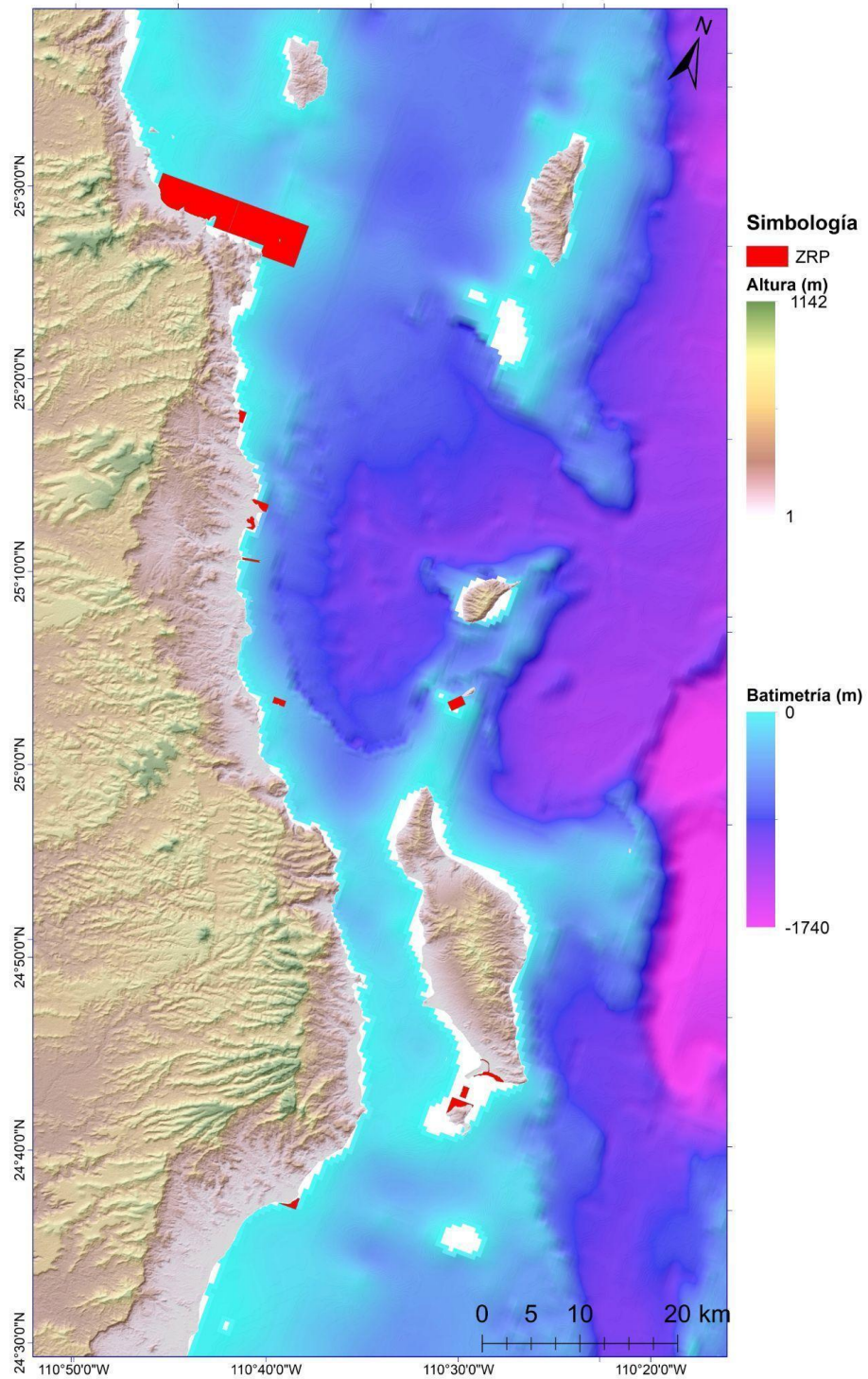
Ulate, K., Sánchez, C., Sánchez-Rodríguez, A., Alonso, D., Aburto-Oropeza, O., & Huato-Soberanis, L. (2016). Latitudinal regionalization of epibenthic macroinvertebrate communities on rocky reefs in the Gulf of California. *Marine Biology Research*, 12(4), 389-401.

Ulloa, R., Torre, J., Bourillón, L., Gondor, A., & Alcantar, N. (2006). Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur. Informe final a The Nature Conservancy. Guaymas (México): Comunidad y Biodiversidad AC, 153.

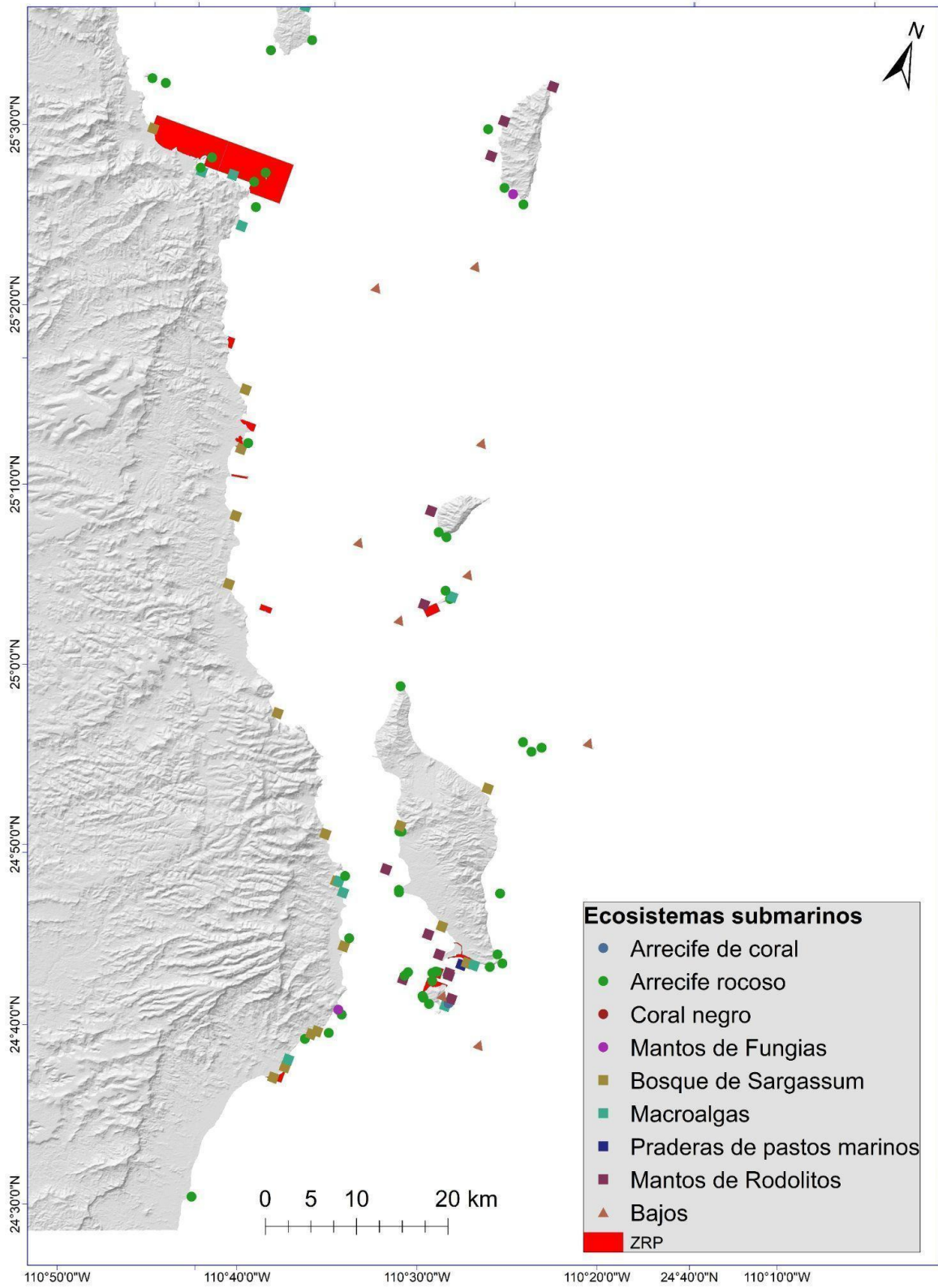
Velasco-García, J. A. (2009). Ambientes geológicos costeros del litoral de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Villegas-Sánchez, C., Magaña, F., Sánchez, F., & CÁRDENAS, L. A. A. (2009). Asociaciones de peces de arrecifes rocosos en Isla San José, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(001).

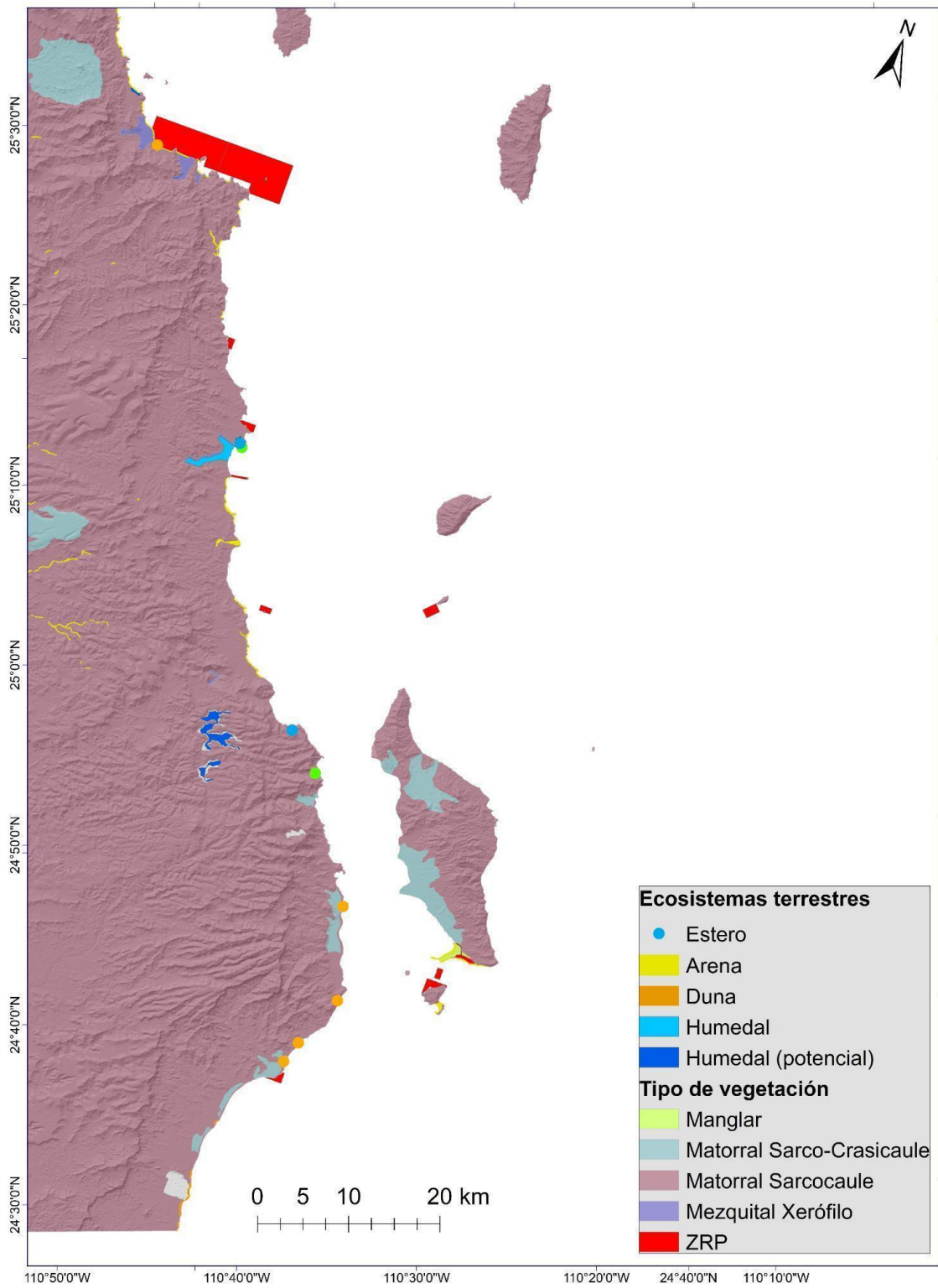
5. Anexo Lista de mapas



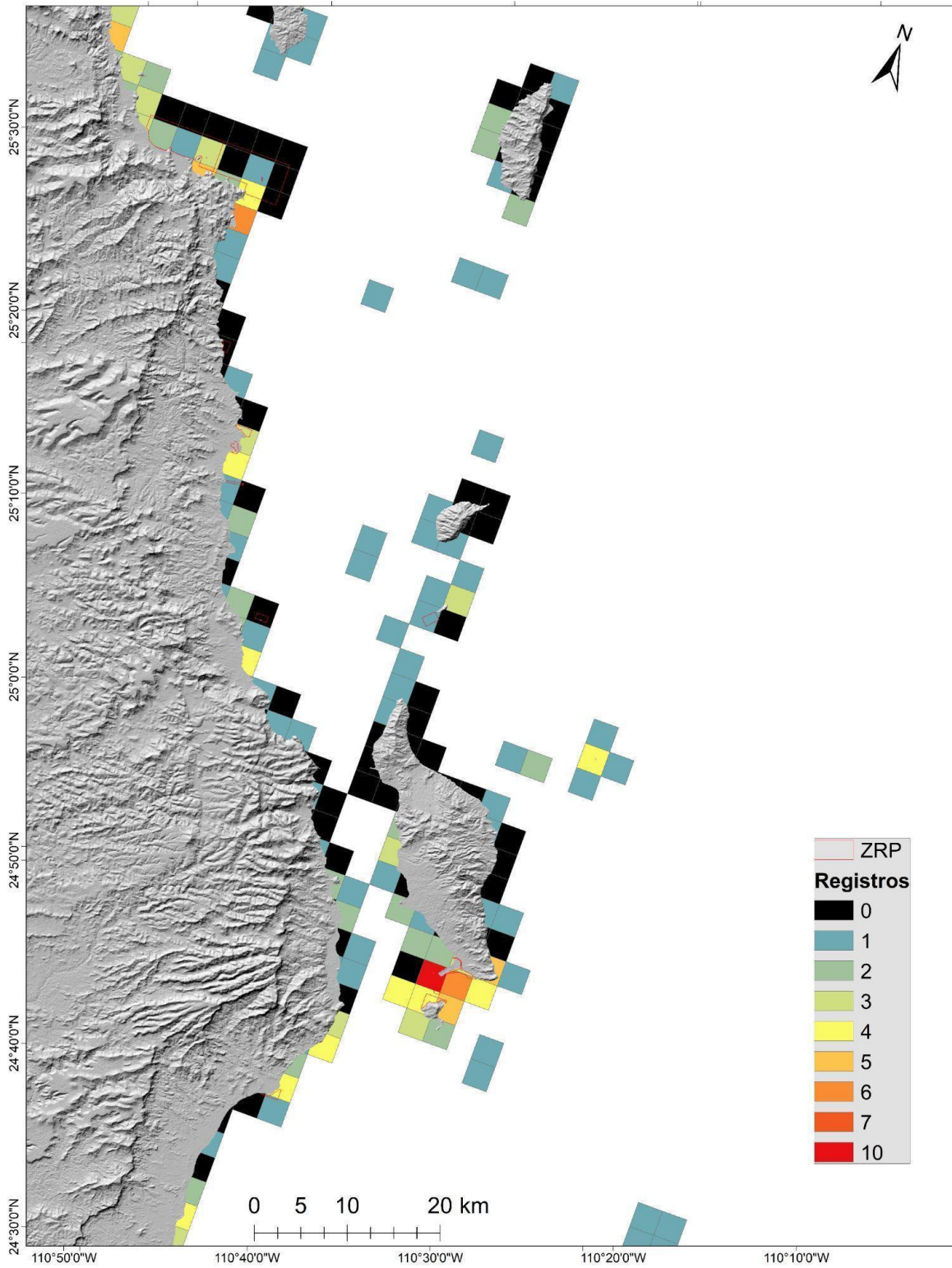
I - Área de estudio. Altimetría y batimetría



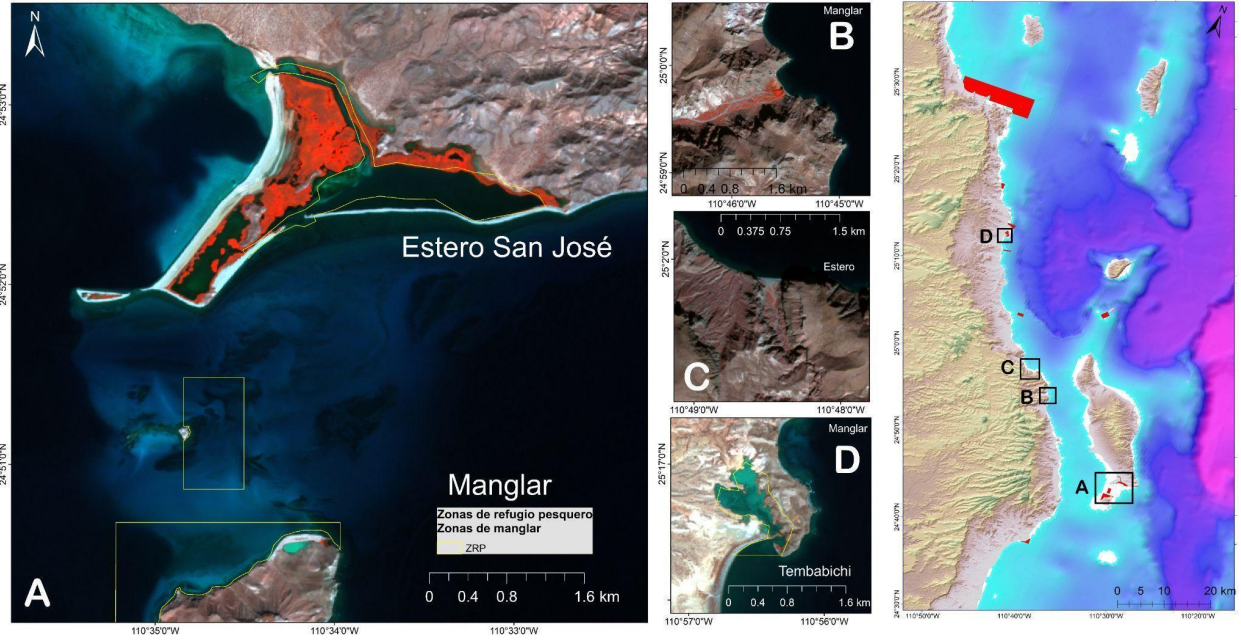
II - Ecosistemas submarinos del corredor San Cosme - Punta Coyote



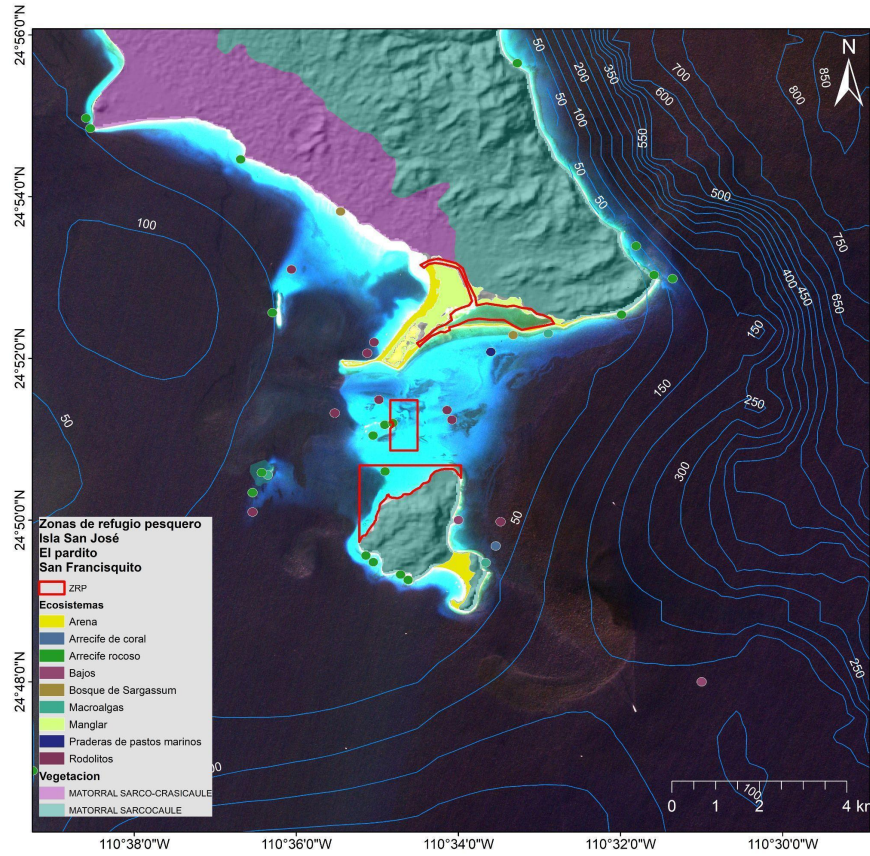
III- Ecosistemas terrestres del corredor San Cosme - Punta Coyote



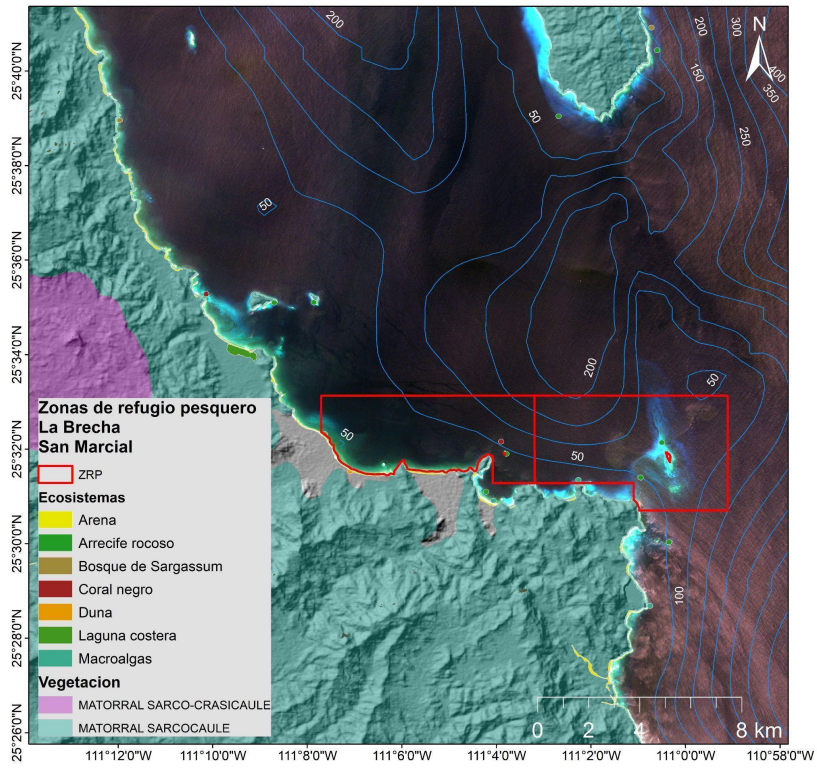
IV - Vacíos de información espacial (rejillas en color negro).



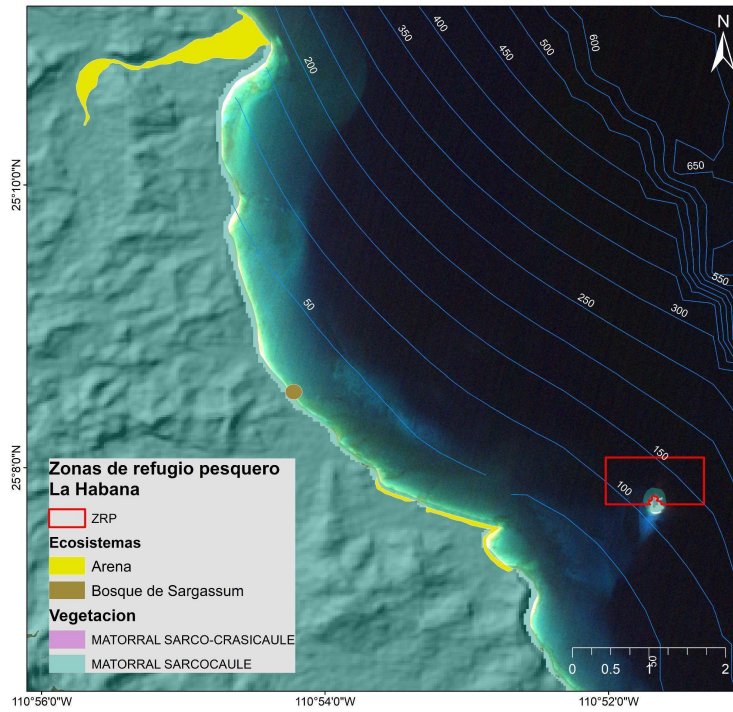
V- Acercamiento a zonas de manglar y esteros.



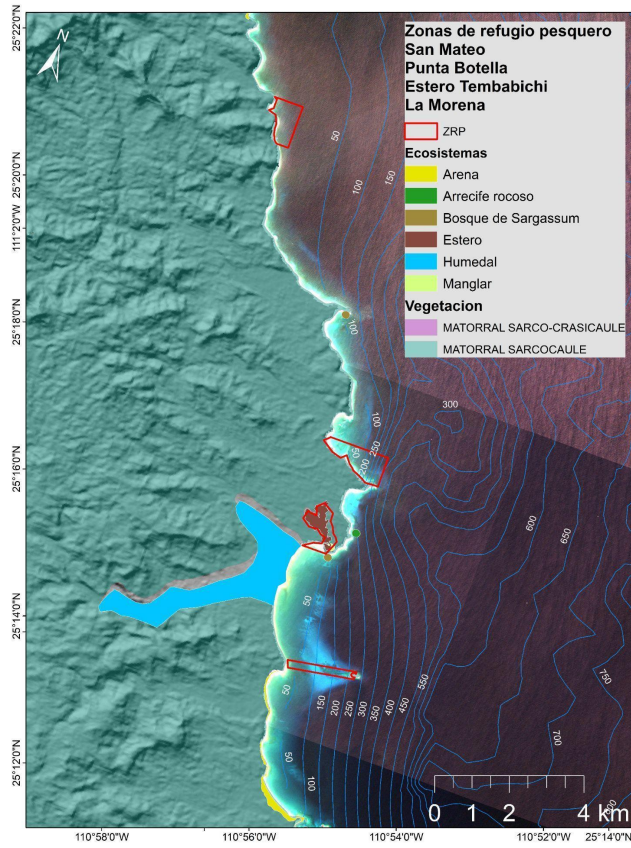
VI- Acercamiento a los ecosistemas de Isla San José, El Pardito y San Franciscoquito.



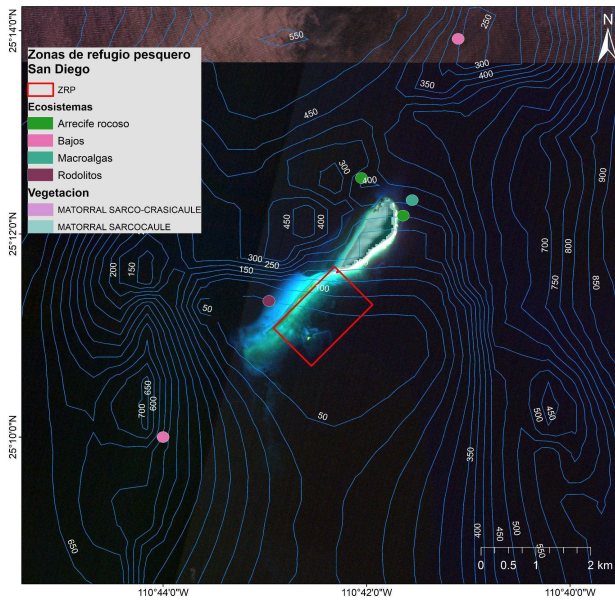
VII- Acercamiento a los ecosistemas de La Brecha y San Marcial



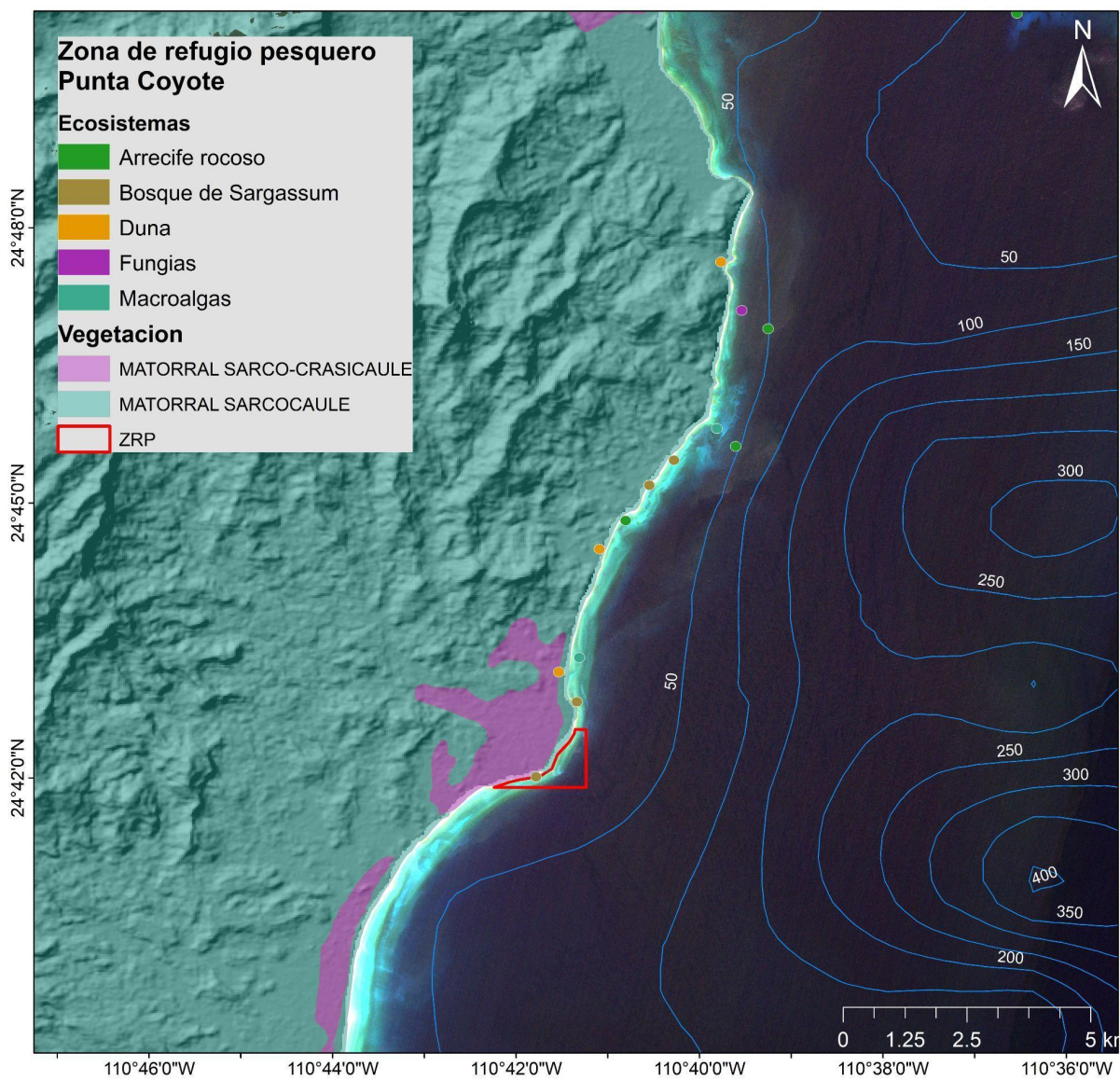
VIII- Acercamiento a los ecosistemas de La Habana



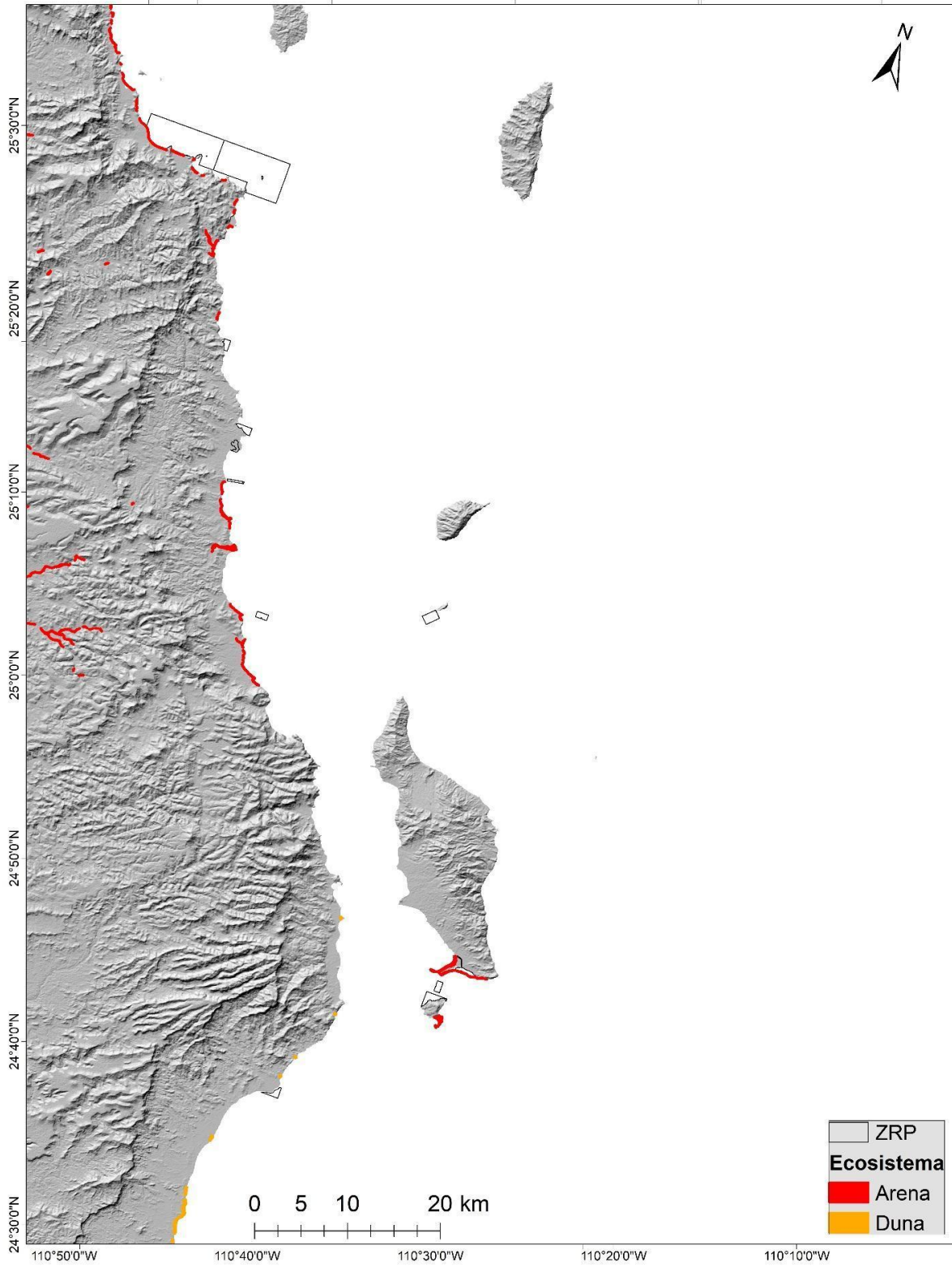
IX- Acercamiento a los ecosistemas de San Mateo, Punta Botella, Estero Tembabichi y La Morena.



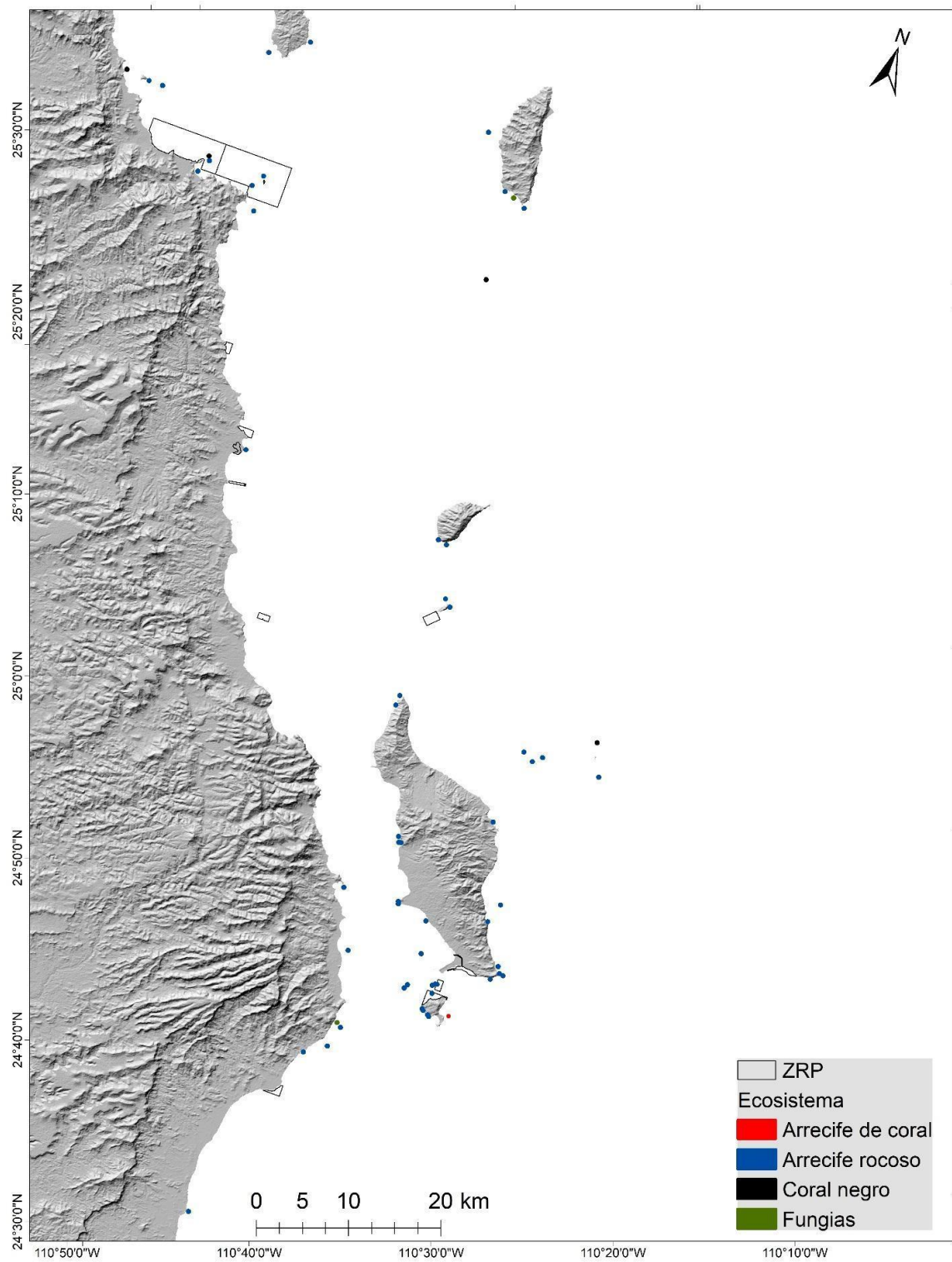
X- Acercamiento a los ecosistemas de San Diego



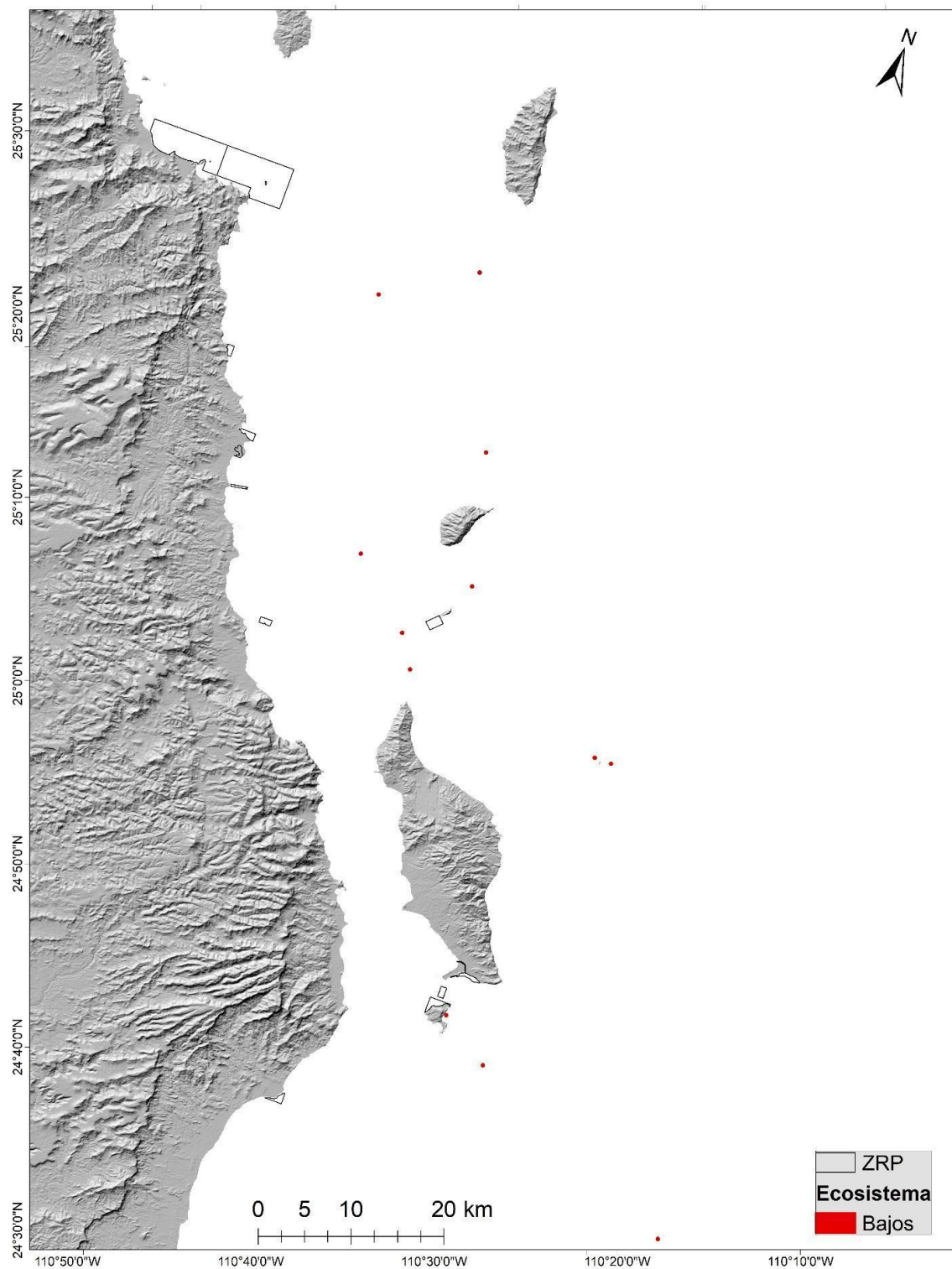
XI- Acercamiento a los ecosistemas de Punta Coyote



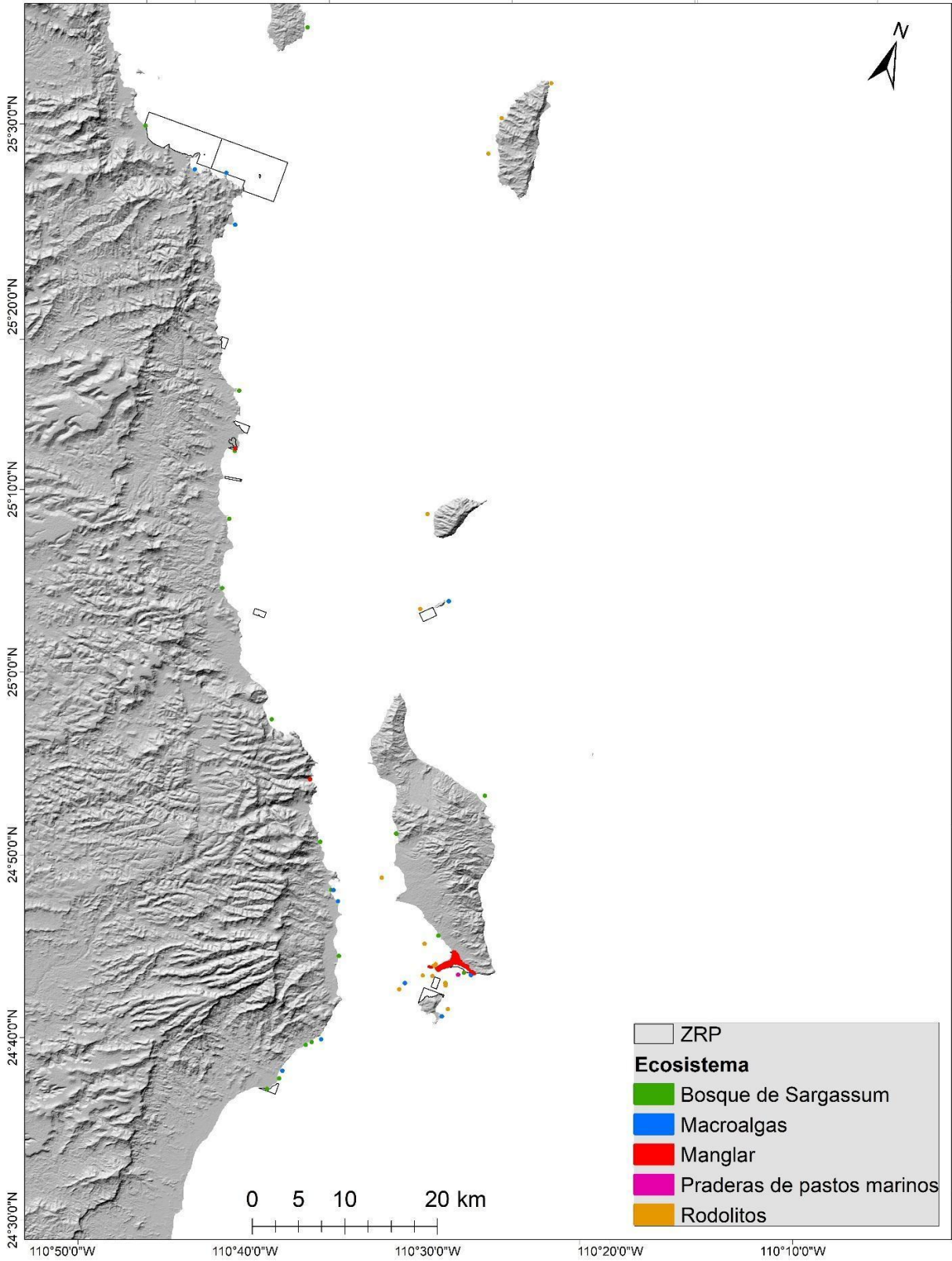
XII - Distribución regional de los ecosistemas de dunas y arena



XIII – Distribución regional de arrecifes de coral y rocosos.



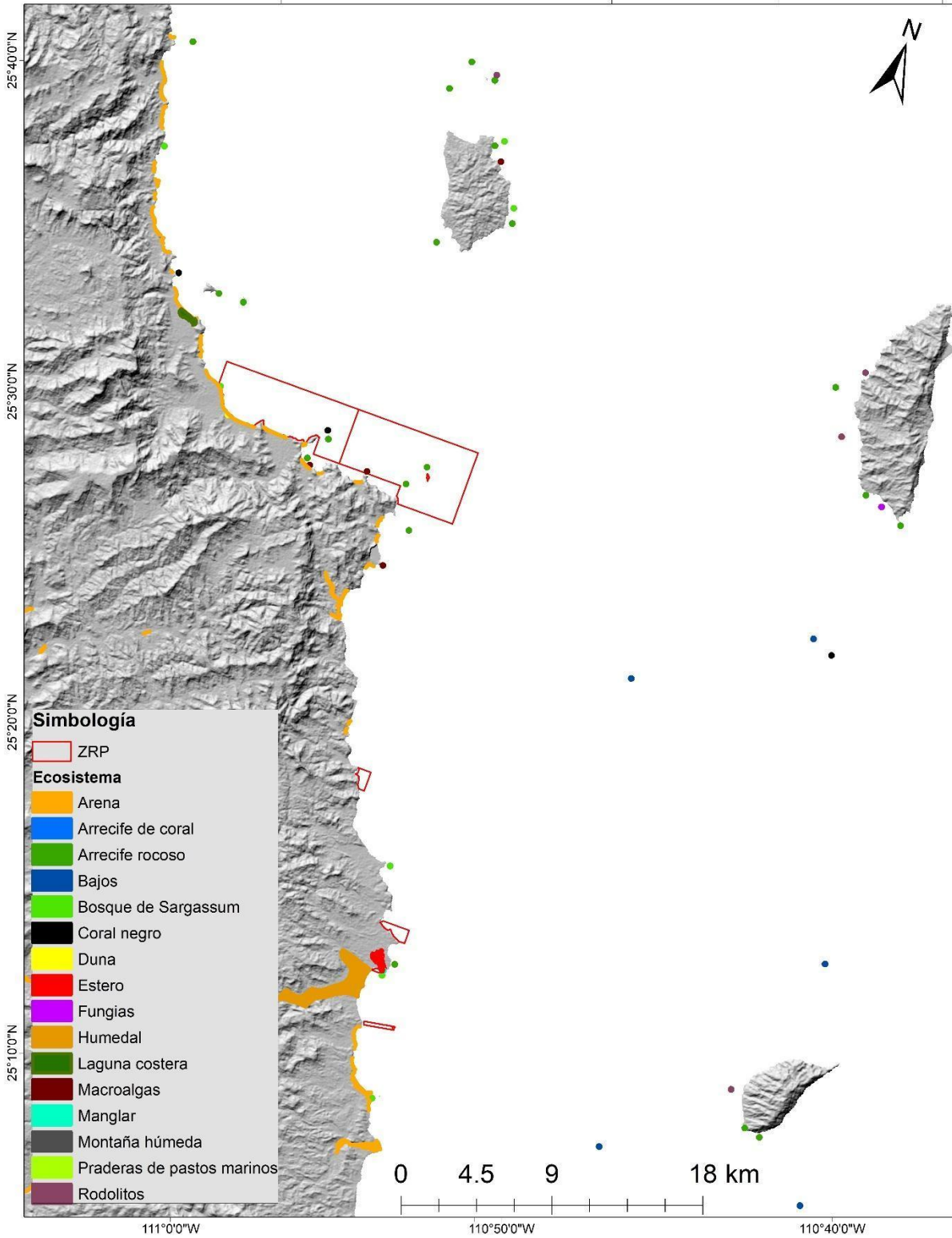
XIV - Distribución regional de bajos submarinos.



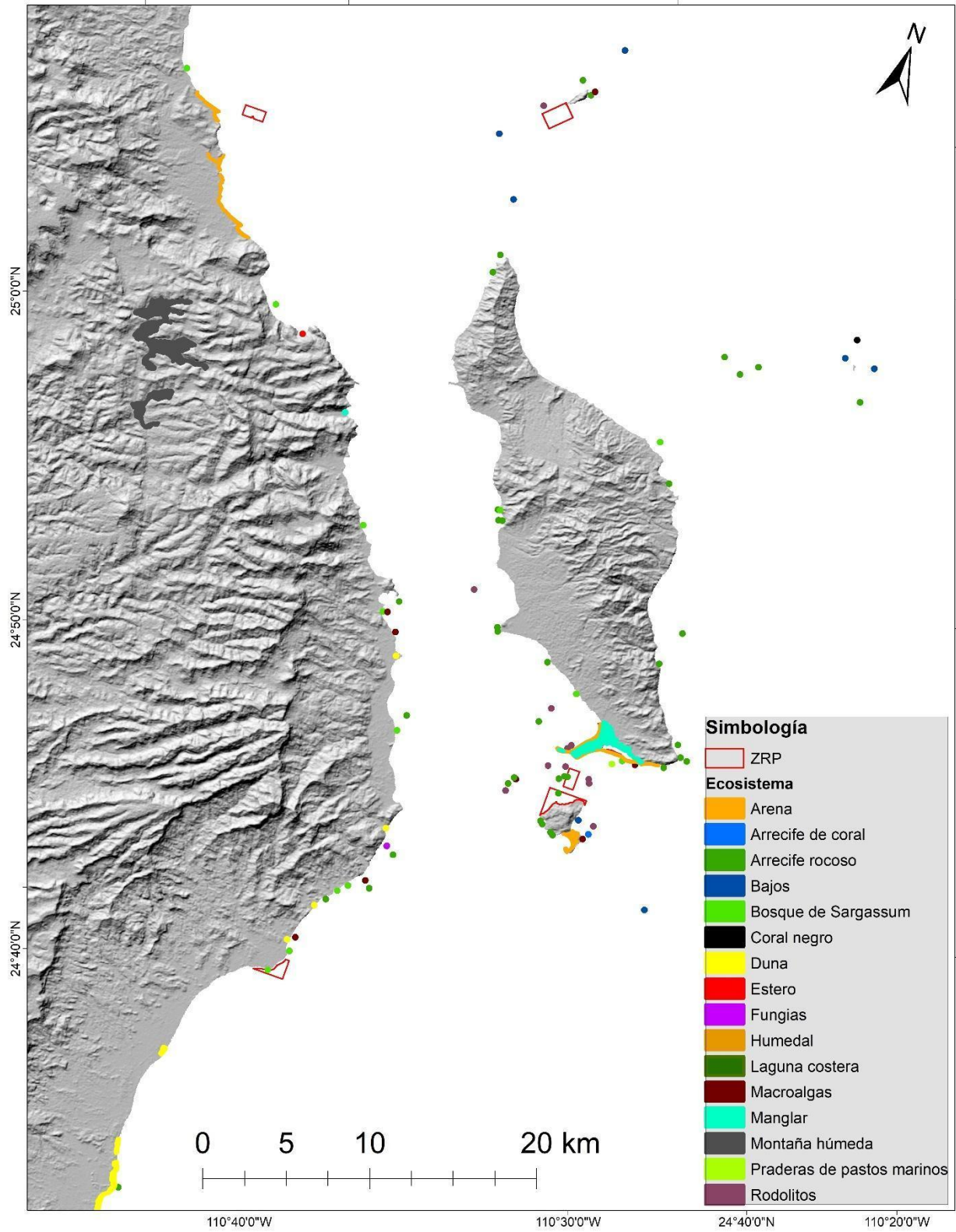
XV- Distribución regional de la botánica marina



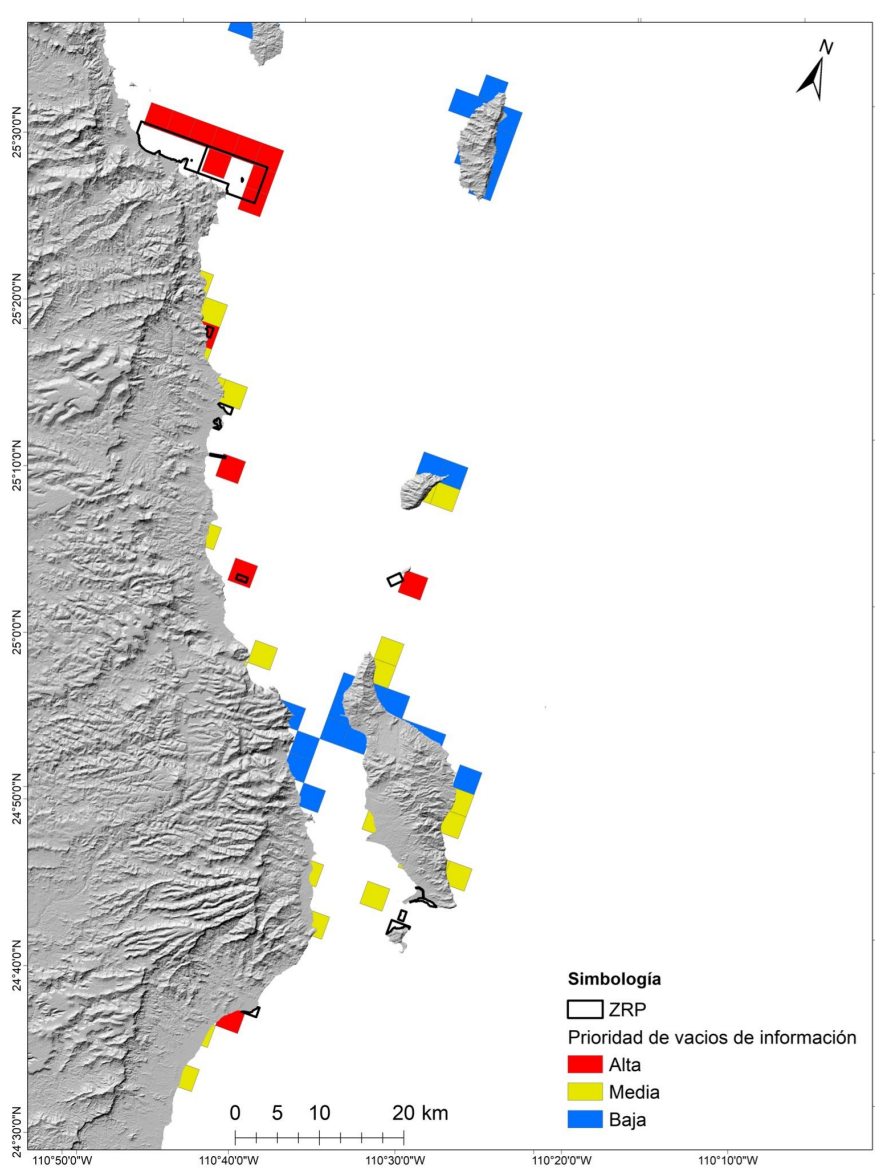
XVI- Distribución regional de lagunas costeras y esteros.



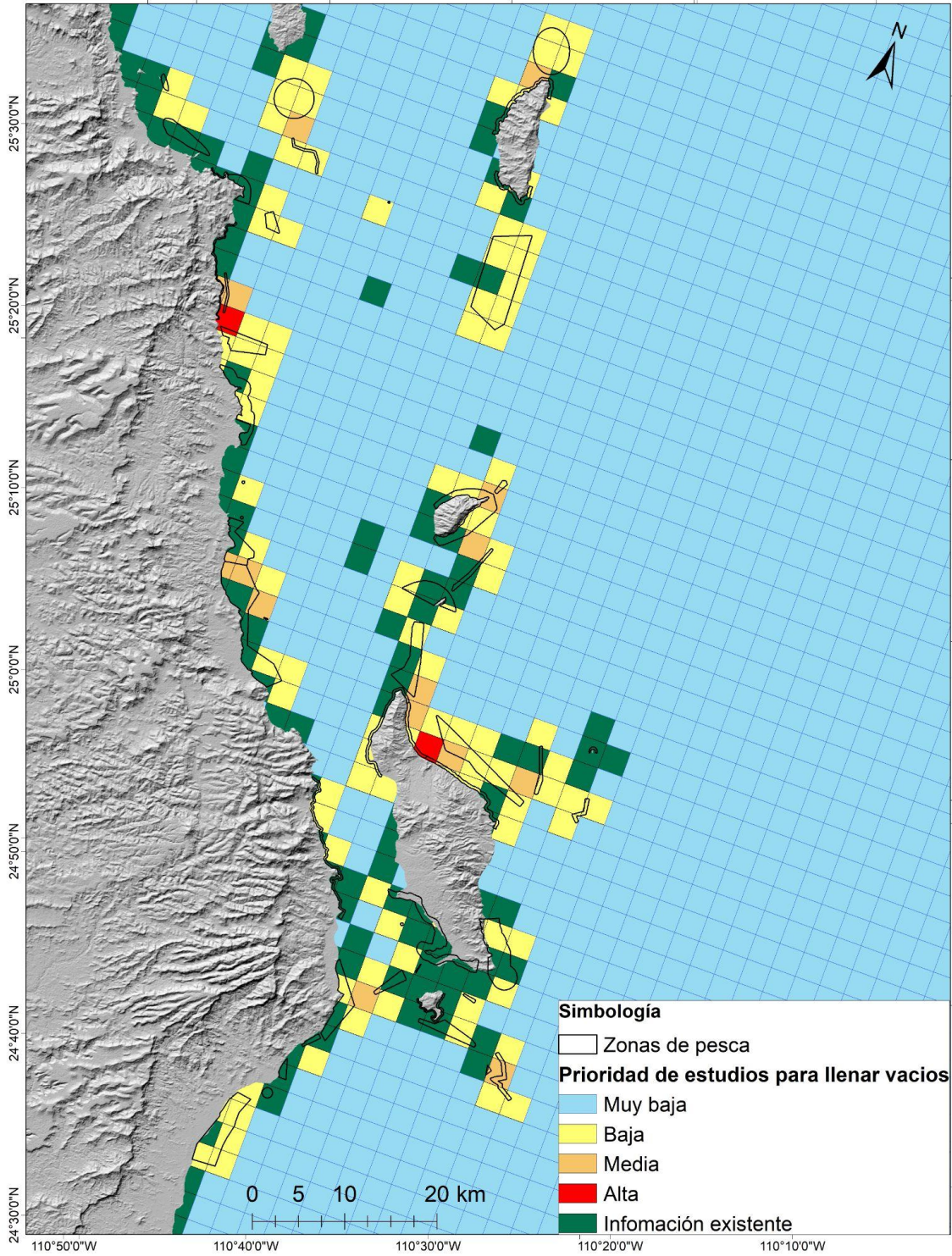
XVII - Acercamiento a los distintos ecosistemas del corredor (zona norte)



XVIII - Acercamiento a los distintos ecosistemas del corredor (zona sur)



XIX. Prioridad de atención de los vacíos de información espacial detectados en las ZRP de El Corredor San Cosme a Punta Coyote



XX. Prioridad de atención de los vacíos de información espacial detectados en las zonas de pesca de El Corredor San Cosme a Punta Coyote

6. Anexo Cuadro resumen

Tabla 1. Estado de conocimiento de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

Hábitat	Localización	Cobertura (ha)	Bienes y servicios ambientales
Dunas	Punta Coyote (al norte de la ZDR) La Brecha	Desconocida	Regulación y mantenimiento: Protección de costas: energía de oleaje y erosión costera Hábitat de numerosas especies de flora y fauna Ecotono marino terrestre Aprovisionamiento: Material minero Cultural: turismo, investigación, esparcimiento
Manglar	Estero San José Estero Tembabichi	Desconocida a excepción de Estero Tembabichi que se ha estimado en 0.6 ha	Regulación y mantenimiento: Ecotono marino terrestre Alta biodiversidad Refugio de juveniles de especies de peces comerciales Filtración de agua Captura de CO ₂ Protección costera Aprovisionamiento: madera, alimentos, medicinas Alimentación para poblaciones costeras Culturales: turismo, investigación, esparcimiento

Continuación Tabla 1. Estado de conocimiento de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Macroalgas – bosques de <i>Sargassum</i>*</p>	<p>Punta Coyote (en y al norte de la ZDR) Isla San José Isla San Francisquito *San Mateo (al sur de) la ZDR *Estero Tembabichi San Diego (al noroeste de la ZDR) La Habana (al noreste de la ZDR) La Brecha San Marcial</p>	<p>Desconocida</p>	<p>Regulación y mantenimiento: Transferencia de energía entre mar y tierra Captura de CO₂ Refugio de juveniles de diversas especies</p> <p>Aprovisionamiento: Medicina, alimento, insumos</p>
---	---	--------------------	--

Continuación Tabla 1. Estado de conocimiento de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Mantos de rodolitos</p>	<p>Isla San José Isla San Francisquito El Pardito San Diego (al este de la ZDR)</p>	<p>Desconocida</p>	<p>Regulación y mantenimiento: Control sobre procesos costeros, producción continua de arena Hábitat de numerosas especies de invertebrados y peces, crítico para el mantenimiento de biodiversidad Área de reclutamiento de especies de interés comercial Aprovisionamiento:</p>
<p>Bajos o montes submarinos</p>	<p>San Diego (al norte y al sur de la ZDR) Isla San José (al este de la ZDR) El Pardito (al este y oeste de la ZDR) San Francisquito (al este y oeste de la ZDR)</p>	<p>Desconocida</p>	<p>Regulación y mantenimiento: Hábitat de numerosas especies interés comercial Área de crianza de especies comerciales Aprovisionamiento: alimentos para poblaciones costeras Cultural: turismo, investigación, esparcimiento</p>

Continuación Tabla 1. Estado de conocimiento de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

Arrecife rocoso	Punta Coyote (al norte de la ZDR) San Diego (al norte de la ZDR) La Brecha San Marcial	Desconocida	<p>Regulación y mantenimiento:</p> <p>Alta biodiversidad</p> <p>Refugio de juveniles de especies de peces comerciales</p> <p>Filtración de agua</p> <p>Captura de CO₂</p> <p>Protección costera</p> <p>Aprovisionamiento: medicina y alimentos para poblaciones costeras</p> <p>Culturales: turismo, investigación, esparcimiento</p>
Pastos marinos	Isla San José (al sur de la ZDR)	Desconocida	<p>Regulación y mantenimiento:</p> <p>Refugio de juveniles de especies de peces comerciales</p> <p>Filtración de agua</p> <p>Captura de CO₂</p> <p>Conexión de especies con ecosistemas cercanos</p>

Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

Hábitat	Amenazas	Vacíos de información	Sugerencias / recomendaciones
Dunas	<ul style="list-style-type: none"> ● Extracción de material ● Destrucción de hábitat por construcciones turísticas y de campos camaroneros ● Actividades deportivas/turísticas 	Las dunas cercanas a las ZDR no han sido estudiadas de manera sistemática. Existe poca información respecto a la condición de las dunas conservadas en general en el Golfo de California	<ul style="list-style-type: none"> ● Descripción de dunas presentes al norte de Punta Coyote ● Estimación de área de cobertura y de la cercanía a las ZDR y a los hábitats costeros que las componen ● Caracterización de comunidades presentes
Manglar	<ul style="list-style-type: none"> ● Destrucción de hábitat ● Cambios en el uso del suelo: actividades humanas agrícolas y agropecuarias, construcción de complejos hoteleros 	<p>En general es uno de los ecosistemas más estudiados en términos de composición de especies e importancia ecológica.</p> <p>CONABIO ha desarrollado un monitoreo desde 2010, estimando los cambios en la</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar visitas al campo (estacionales) y tomar mediciones de la cobertura para calibración de mapeo con imágenes satelitales ● Caracterización del área del ecosistema por medio de drones aéreos ● Realizar estimaciones sobre el valor económico de los servicios ambientales prestados en conjunto con la descripción de estos servicios en ecosistemas adyacentes y conectados

	<p>incluyendo campos de golf, granjas acuícolas destinadas al cultivo de camarón y otras especies</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pesquería incidental (afecta juveniles de especies comerciales) ● Incendios forestales 	<p>cobertura durante el tiempo. Sin embargo, aquellos con un área menor a 1 ha, no se han considerado</p> <p>No se cuenta con estimación de área de cobertura dentro de las ZDR, en especial aquellos que cuentan con un área inferior a 1 ha.</p> <p>No se cuenta con estimaciones económicas de los servicios ambientales prestados por los manglares en o cercanías a las ZDR</p>	
--	---	--	--

Continuación Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Macroalgas – bosques de <i>Sargassum</i>*</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Oleaje, vientos causados por tormentas ● Aumento de la temperatura del mar ● Efectos del cambio climático ● Pesquerías y destrucción de hábitat ● Incremento en la cantidad de herbívoros por sobrepesca de especies comerciales 	<p>En general, aunque existen reportes de la formación de bosques de <i>Sargassum</i> y la presencia de mantos de macroalgas en algunos sectores del Golfo de California, no existen estudios adicionales sobre el hábitat.</p> <p>La información sobre las especies asociadas a las macroalgas en las zonas costeras del Golfo de California es limitada. En particular no hay reportes de la zona de El Corredor de San Cosme a Punta Coyote más allá de la identificación de su presencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Caracterización del hábitat: batimetría y distancia a las ZDR ● Evaluar la posibilidad de inclusión de los bosques dentro de las ZDR dada la importancia como zonas de reclutamiento de especies de interés comercial para esto, se sugiere: ● Realizar visitas al campo y tomar mediciones de la cobertura para calibración de mapeo con imágenes satelitales ● Estimar la biomasa de los bosques de <i>Sargassum</i> y cambios estacionales en ésta ● Identificar y monitorear las poblaciones de juveniles de especies de interés comercial que se reclutan en los bosques de <i>Sargassum</i> así como las poblaciones de especies herbívoras que pudieran impactar negativamente el hábitat
---	--	--	--

Continuación Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Mantos de rodolitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de conocimiento sobre el hábitat en la zona de interés ● Efectos del cambio climático ● Perturbación del fondo marino por actividades pesqueras 	<p>Los mantos de rodolitos en la zona de El Corredor, han sido poco explorados. La mayoría de los trabajos se concentran más al norte (Loreto) o al sur (Bahía de La Paz) de la zona de interés. Más allá de los reportes de su presencia, se cuenta con poca información sobre su extensión o área de cobertura, localización batimétrica, y comunidades asociadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar estudios exploratorios en cercanía de las ZDR en dónde se indica la presencia del hábitat ● Caracterización del hábitat: batimetría y distancia a las ZDR ● Estimación del área de cobertura ● Caracterización de las comunidades asociadas al hábitat ● Evaluación del potencial del hábitat para el reclutamiento de especies con interés pesquero y conexión con ecosistemas principales ● Emplear herramientas diversas para el mapeo: vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés), buceo <i>scuba</i>, sonar y sondas acústicas para el mapeo del fondo ● Evaluar la posibilidad de inclusión de los mantos de rodolitos dentro de las ZDR cercanas
-----------------------------------	---	--	--

Continuación Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Bajos o montes submarinos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pesca de arrastre, fondeo de embarcaciones, cambios en las condiciones climáticas ● Redes abandonadas ● Pesca intensiva 	<p>Además de una caracterización preliminar de los bajos reportados para el Golfo de California, y los trabajos de diversa índole realizados principalmente en El Bajo de Espíritu Santo no existen más suficientes estudios que permitan conocer el estado de las comunidades de peces, incluyendo los de interés comercial en otros puntos dentro de El Corredor. La viabilidad de su inclusión dentro de las ZDR no se ha evaluado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Exploración de aquellos no previamente descritos como los presentes en cercanías a Isla San José, El Pardito e Isla San Francisquito y evaluar su inclusión dentro ZDR más cercana ● Estimación del tamaño de los montes ● Estimación del área de cobertura de los arrecifes rocosos ● Para el mapeo del fondo submarino se sugiere emplear herramientas diversas para el mapeo: vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés), buceo <i>scuba</i>, sonar y sondas acústicas para el mapeo del fondo
---	---	--	--

Continuación Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Arrecife rocoso</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pesca ● Turismo ● Efectos del cambio climático ● Destrucción de hábitats cercanos 	<p>A pesar de ser uno de los ecosistemas marinos más estudiados en el Golfo de California, los estudios están centralizados en La Bahía de La Paz y algunos en el área de Loreto.</p> <p>Sin embargo, aquellos reportados dentro de El Corredor, aún requieren ser mapeados y caracterizados estructural y ecológicamente, para determinar su viabilidad como zonas de manejo pesquero en la actualidad y el futuro</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar estudios exploratorios y confirmatorios de los arrecifes rocosos reportados en la literatura y localizados geográficamente en este trabajo. ● Estimar el área de cobertura y caracterizar ecológicamente las especies presentes en ellos. ● Para el mapeo del fondo submarino se sugiere emplear herramientas diversas para el mapeo: vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés), buceo <i>scuba</i>, sonar y sondas acústicas para el mapeo del fondo ● Evaluar la posibilidad de inclusión de los arrecifes rocosos dentro de las ZDR cercanas
-------------------------------	--	---	--

Continuación Tabla 2. Vulnerabilidad y oportunidades de estudio de los principales hábitats marino-costeros presentes en la zona de El Corredor San Cosme a Punta Coyote (en consideración a las zonas de refugio costero ZDR), Baja California Sur

<p>Pastos marinos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pesca que destruye mecánicamente los pastos sin darles posibilidad de recuperarse ● Incremento de nutrientes en el agua ● Cambio de uso de suelo y destrucción de hábitat 	<p>Dada la escasa presencia de este hábitat, que está concentrada hacia el norte del Golfo y en la Isla Espíritu Santo, la información referente a este hábitat es prácticamente nula y requiere atención.</p>	<p>Se sugiere realizar seguimientos estacionales in situ (primordialmente durante la época que se reporta su mayor desarrollo), que contengan puntos georreferenciados de los polígonos donde se distribuyan y posteriormente realizar un cotejo con imágenes satelitales para determinar la factibilidad de realizar seguimientos utilizando esta herramienta, tras la construcción de mapas de cobertura de estos.</p>
------------------------------	---	--	--

Tabla 3. Resumen de los distintos ecosistemas reportados en la literatura en las ZRP del corredor y su zona de influencia de 3km a la redonda.

	El Pardito	Isla San José	Estero Tembabichi	La Brecha	La Habana	La Morena	Norte San Francisquito	Punta Botella	Punta Coyote	San Diego	San Marcial	San Mateo
Arena	2	1		10	3	2	2				8	2
Arrecife coral	1			1			1					
Arrecife rocoso	10	9	1				10	1		2	5	
Bajos	1						1			1		
Bosque de sargassum	1	2	1	1		1		1	2			
Macroalgas	2	1		2			2		1	1	2	
Manglar	3	3	1				2	1				
Pastos marinos	1	1					1					
Rodolitos	7	7					8			1		
Coral Negro				1							1	
Duna				1					1			
Laguna Costera				1								
Humedal						1						
Estero			1					2				
TOTAL	28	24	4	18	3	4	27	5	4	5	16	2