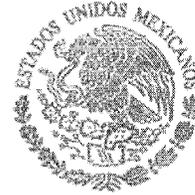
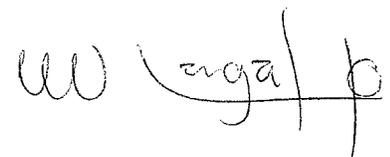


SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



- I. **Área de quien clasifica:** Delegación Federal de la SEMARNAT en Guerrero.
- II. **Identificación del documento:** Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.- mod. (a): no incluye actividad altamente riesgosa (MIA) particular (SEMARNAT- 04-002-A) Clave del Proyecto:12GE2017PD047
- III. **Partes clasificadas:** Página 1 de 149 contiene dirección, teléfono, rfc, curp y correo electrónico particular.
- IV. **Fundamento Legal:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; **razones y circunstancias que motivaron a la misma:** Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Firma del titular:** M.V.Z. Martín Vargas Prieto. 
- VI. **Fecha:** Versión pública aprobada en la sesión celebrada el 10 de enero de 2018; **número del acta de sesión de Comité:** Mediante la resolución contenida en el Acta No.01/2018.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR.

PROYECTO

ENRIQUECIMIENTO DE PRADERAS MARINAS MEDIANTE
ARRECIFES ARTIFICIALES, PARA LA RECUPERACIÓN DE LA
PESQUERIA RIBEREÑA EN ZIHUATANEJO, GUERRERO



PROMOVENTE: ANAEL SÁNCHEZ ROSAS, PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD
COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN PESQUERA VICENTE GUERRERO S.C.DE R.L.

RESPONSABLE: BIÓL. LORENA VILLANUEVA VILLANUEVA

JULIO DE 2017

ÍNDICE GENERAL

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
1.1.	PROYECTO	2
1.1.1.	Nombre del proyecto	2
1.1.2.	Ubicación del proyecto	2
1.1.3.	Superficie total del predio y del proyecto	2
1.1.4.	Duración del proyecto	2
1.2.	Promovente	3
1.3.	Responsable del estudio de impacto ambiental	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	5
2.1.	Información general del proyecto	6
2.1.1.	Naturaleza del proyecto	6
2.1.2.	Selección del sitio	14
2.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización	17
2.1.4.	Inversión requerida	18
2.1.5.	Dimensiones del proyecto	18
2.1.6.	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	20
2.1.7.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	21
2.2.	Características particulares del proyecto	22
2.2.1.	Programa general de trabajo	22
2.2.2.	Preparación del sitio	22
2.2.3.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	22
2.2.4.	Etapas de construcción	22
2.2.5.	Etapas de operación y mantenimiento	23
2.2.6.	Descripción de obras asociadas al proyecto	24
2.2.7.	Etapas de abandono del sitio	24
2.2.8.	Utilización de explosivos	24
2.2.9.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones atmósfera	25
2.2.10.	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.	25
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO	26
3.1.	Áreas naturales protegidas	27
3.2.	Ordenamientos ecológicos territoriales	28
3.3.	Regiones Marinas Prioritarias	28
3.4.	Análisis de los instrumentos jurídico-normativos	30
3.5.	Planes de desarrollo	31
3.6.	Vinculación general.	34

IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	43
4.1.	Delimitación del área de estudio	44
4.2.	Caracterización y análisis del sistema ambiental	48
4.2.1.	Aspectos abióticos	48
4.2.2.	Aspectos bióticos	66
4.2.3.	Medio socioeconómico	79
4.2.4.	Diagnóstico ambiental	94
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	95
5.1.	Selección de indicadores y metodología para evaluar los impactos ambientales.	96
5.2	Resultados	103
5.2.1.	Descripción de los impactos	107
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	112
6.1.	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas	113
6.2.	Impactos residuales	120
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	122
7.1.	Pronóstico del escenario.	123
7.2.	Programa de vigilancia ambiental	125
7.3.	Conclusiones	128
7.4.	Bibliografía consultada	129
VIII.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	132
8.1.	FORMATOS DE PRESENTACIÓN	133
8.1.1.	Planos definitivos	133
8.1.2.	Fotografías	134
8.2.	Glosario de términos	137
8.3.	Otros anexos	142

CAPÍTULO I.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.1. Proyecto

1.1.1. Nombre del Proyecto

Enriquecimiento de praderas marinas mediante arrecifes artificiales para la recuperación de la pesquería ribereña en Zihuatanejo, Guerrero.

1.1.2. Ubicación del Proyecto

El municipio de Zihuatanejo de Azueta se localiza aproximadamente a 200 km en línea recta al suroeste de la capital del Estado de Guerrero.

El hundimiento de los arrecifes artificiales se proyecta en el fondo marino frente a las costas de este municipio, específicamente frente a la playa El Riscalillo ubicada al sureste de la cabecera municipal, aproximadamente a 700 metros de la línea de costa. Particularmente las coordenadas geográficas que delimitan el polígono propuesto se presentan en el cuadro 1.

En esta área el fondo marino presenta condiciones de sustrato arenoso sin cobertura de organismos bentónicos. En tiempos pasados constituía una importante área de pesca de distintas especies de valor comercial, sin embargo, la sobrepesca y la desorganización, así como el uso de artes de pesca de alto impacto ecosistémico por parte de barcos camaroneros han afectado significativamente los recursos pesqueros, los cuales han disminuido de manera importante en los últimos años, con efectos sobre la de por sí marginada vida de los pescadores. Una consecuencia del uso de artes de pesca como las redes de arrates ha sido la generación de grandes superficies de "semidesiertos" marinos, donde el crecimiento de organismos bentónicos es poco evidente, desapareciendo importantes áreas hábitat para distintos organismos marinos.

Por lo anterior, esta área resulta un escenario adecuado para la colocación de estructuras que permitan la recuperación de las poblaciones y así mantener las fuentes de pesca comercial.

1.1.3. Superficie total del predio y del proyecto

La superficie total requerida para el proyecto es de aproximadamente 10 ha.

1.1.4. Duración del proyecto

EL proyecto considera las etapas de construcción de arrecifes, transporte, hundimiento, colocación y operación de los mismos. Las primeras cuatro etapas se propone realizarlas en un tiempo total de diez años, mientras que la etapa de operación, determinada por la vida útil de los arrecifes es de aproximadamente 150 años.

1.2. Promovente

Nombre o razón social:

Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Vicente Guerrero
S.C. de R.L.

Registro Federal de Contribuyentes del promovente:

SCP4907249N4

Nombre y cargo del representante legal:

Anael Sánchez Rosas, Presidente

Registro Federal de Contribuyentes del representante legal:

Clave única de registro de Población del representante legal:

Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones:

Calle La Noria No. 1, Col. La Noria,
Guerrero.

1.3. Responsable del estudio de impacto ambiental

Nombre o Razón social: Arrecifes Artificiales Pura Vida A.C.

Presidente: Jorge Alberto Rendón Terrazas

RFC:

CURP:

Dirección: Calle La Laja Col. Vicente Guerrero,
Municipio Zihuatanejo

Registro Federal de Contribuyentes: AAP070215-YU5

Nombre del Responsable técnico del estudio

NOMBRE: Lorena Villanueva Villanueva

RFC:

CURP:

Profesión: Bióloga

CEDULA PROFESIONAL:

Dirección del responsable del estudio

Dirección: Calle constitución
Municipio de Morelia, Michoacán.

Teléfonos:

CEL.

Fax:

Correo electrónico:

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Información general del proyecto

2.1.1. Naturaleza del proyecto

2.1.1.1. Introducción

La costa del estado de Guerrero es una franja con un litoral de aproximadamente 500 Kilómetros de cara al Océano Pacífico en donde existe un gradiente de productividad marina, tanto en la dinámica de nutrientes como en la ocurrencia de especies biológicas de interés comercial que representan un importante potencial económico y alimenticio para el estado y la nación.

La pesca ribereña juega un papel determinante en la estructura social y económica del litoral de Guerrero debido a que esta actividad representa una fuente de empleo e ingreso para muchas familias, contribuyendo además al aporte de alimentos para diferentes sectores de la población, lo que genera una dinámica económica a escala local y regional a través de la creación de vínculos con otros sectores, para los cuales los productos de la pesca son una materia prima necesaria.

Los esquemas de comercialización existentes representan una desventaja para los productores primarios, situación que se refleja en las condiciones de vida de los pescadores, y aunque se han reportado repuntes de en algunos años en la pesca ribereña, estos no son sostenidos e incluso fluctuaron con decrementos en volúmenes de capturas, razón por la cual uno de los problemas más importantes de los pescadores es la baja productividad; ello ha obligado a este sector productivo a incrementar la presión sobre las poblaciones pesqueras y en su búsqueda de nuevas zonas de pesca se desplazan a mayores distancias mar adentro, lo que implica un gasto mayor de combustibles, mayores riesgos por el mal estado de las embarcaciones y desafortunadamente no se elimina la posibilidad de conseguir una mala pesca.

Como medida para ayudar a solucionar esta problemática la Cooperativa de pescadores que opera en las costas frente a Zihuatanejo, Guerrero han solicitado a la SAGARPA el apoyo económico para la instalación de arrecifes artificiales para la recuperación del ecosistema marino y con ello las poblaciones de especies de interés comercial.

Desde tiempos históricos los individuos que aprovechan la pesca han utilizado sus observaciones empíricas en la atracción de los peces hacia objetos colocados en el medio acuático como un medio para cosechar alimentos, ahorrar combustible, tiempo y esfuerzo de pesca; siendo en ocasiones una simple observación del desempeño de rocas y otros objetos introducidos al agua y que solamente favorecen que los peces se acercaran a estos sistemas rudimentarios.

Hoy en día, diversas estructuras físicas permiten aprovechar la biomasa producida en las zonas litorales con incrementos importantes en la producción pesquera bajo un enfoque de manejo ambiental sustentable. En este sentido, los arrecifes artificiales representan en la actualidad una herramienta eficiente de apoyo en los programas de ordenamiento pesquero, cuando éstos se utilizan como excluidores de los barcos de arrastre en las zonas de praderas de pastos marinos, como elementos de protección de erosión costera en zonas específicas y como elementos de restauración de zonas

de arrecifes naturales que han sido destruidos por causas naturales o inducidas por la acción del hombre.

Otra de las funciones de estas estructuras es su utilización como hábitat artificial integrado al medio marino lo que ha permitido el desarrollo de diversas actividades incluyendo pesquerías comerciales, pesca marina, buceo recreativo, acuicultura, restauración ambiental, manejo de recursos naturales e investigación científica.

La amplia diversidad de diseños y aplicaciones permite que los arrecifes artificiales representen una herramienta versátil, ya que se pueden utilizar desde módulos de producción individuales hasta complejos sistemas que se ubican en superficies de varios kilómetros cuadrados.

Diversos países, como es el caso de Japón, Estados Unidos de Norteamérica, España e Italia, han desarrollado amplios programas de instalación de arrecifes artificiales en respuesta a diversos acuerdos internacionales como la declaración de las 200 millas náuticas de Zona Económica Exclusiva (ZEE). Esta declaratoria ha sido aceptada por numerosos países entre ellos México, ya que los programas nacionales de arrecifes artificiales representan también una valiosa herramienta de manejo costero, orientada esencialmente a solucionar la problemática de la sobreexplotación pesquera en la zona litoral.

Así, si las naciones ya no pueden establecer flotas pesqueras para la intensa explotación, deben entonces favorecer procesos que permitan que las especies de peces se orienten hacia zonas artificiales para favorecer su aprovechamiento. Esta situación necesariamente ha inducido a que el sector pesquero se desarrolle evolucionando desde los primeros intentos empíricos y experimentales de captura litoral mediante un proceso rústico de infraestructura artificial hasta los actuales sistemas complejos de cuidadosa planeación, alta tecnología, soporte logístico y especialización, incorporando ahora un enfoque interdisciplinario, que ha favorecido el incremento en el rendimiento pesquero, protección y restauración ambiental de las zonas litorales.

En México, cerca del 90% de los pescadores del país realizan sus actividades en la zona ribereña y litoral cercano, en donde la instalación de estructuras artificiales para la pesca representaría un costo económico inferior a los beneficios en el componente ambiental y apoyo a la sustentabilidad de la actividad pesquera.

En muchos países de América Latina, incluyendo a México, se han colocado arrecifes artificiales de manera aislada y en muchos casos estos proyectos son esencialmente experimentales o con un enfoque de conservación ambiental más que un interés de aprovechamiento pesquero. En este contexto, México a través de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, aprovecha la oportunidad generada por la apremiante necesidad de incrementar los beneficios sociales de un programa de aprovechamiento sustentable de las zonas costeras, para evaluar la factibilidad de implementación de un Programa Nacional de Arrecifes Artificiales de manera sistematizada, el cual implica un análisis de factores, no solamente técnicos sino también legislativos y ambientales, que sustenten el éxito del establecimiento de un programa de cobertura nacional.

En este sentido diversas organizaciones pesqueras del Estado de Guerrero, en concordancia con los gobiernos del ámbito federal y estatal han apostado por tecnología Arrecifal para mejorar la actividad pesquera, sobretodo porque existe un potencial de aprovechamiento dirigido a especies de interés comercial como el guachinango, pargo, cabrilla, sierra, jurel, mojarra blanca y ronco. Bajo este esquema, existen posibilidades de expansión a la pesquería de langosta y algunos moluscos al crear zonas de refugio por medio de arrecifes artificiales.

El proyecto en cuestión contempla la construcción de estructuras de concreto que serán sumergidas en el lecho marino a fin de fomentar el desarrollo de un arrecife tipo parcela marina, los que servirán como refugio y crianza de especies marinas. Dicho proyecto contempla utilizar la tecnología propiedad de Arrecifes Artificiales Pura Vida A.C. y se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Diseñar y construir 30 arrecifes artificiales de 50 unidades cada uno de ellos, amigables al ambiente, que propicien el incremento en la abundancia y diversidad de las especies susceptibles a ser aprovechadas de manera sustentable en el litoral de Zihuatanejo, Guerrero.

Objetivos particulares

- Promover la incorporación de 0.11 hectáreas de lecho marino a zonas de refugio, crianza y reproducción de flora y fauna marina.
- Promover a través de la construcción de arrecifes artificiales, una nueva opción de pesca para una cooperativa de pescadores del municipio de Zihuatanejo de Azueta, regulando a su vez otras artes de pesca.
- Disminuir el esfuerzo pesquero e incrementar el volumen de pesca una vez estabilizados los arrecifes.
- Promover el uso y manejo sustentable de los arrecifes así como de los recursos pesqueros y turísticos.
- Generar empleos e ingresos a los pescadores para mejorar su nivel de vida y así lograr la disminución de los altos índices de marginación.
- Promover e integrarse al desarrollo local y regional, a través del fortalecimiento del mercado interno, permitiendo la vinculación y diversificación de actividades productivas.

Las obras y actividades asociadas a la realización del presente proyecto se encuentran señaladas en la Fracción IX del Artículo 28 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Inciso Q del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

2.1.1.2. Los arrecifes artificiales

Un arrecife artificial consiste en uno o más objetos de origen natural o antrópico, depositados intencionalmente sobre el fondo marino para inducir procesos que mejoren la integridad ecológica del ecosistema marino, y con ellos los procesos socioeconómicos que interactúen con él.

Una definición más técnica considera que "Un arrecife artificial es el posicionamiento estratégico de estructuras de diversos materiales, acondicionadas para generar un hábitat y refugio a diversas especies de flora y fauna marina".

Son distintos los objetivos que se persiguen con la construcción de arrecifes artificiales, entre ellos: Protección de playas de la erosión marina, reciclaje de materiales, creación de áreas para la práctica del surf y scuba diving, protección, creación o restauración de ecosistemas frágiles, creación de hábitat pesquero y/o ecológico.

Los arrecifes para la protección de playas tienen como propósito la protección de sitios turísticos o las áreas urbanas en donde se presentan procesos de avance de la línea de costa hacia tierra firme, ya que representa un riesgo para la infraestructura construida en la zona. Estos arrecifes pueden representar grandes obras civiles que incluyen la construcción de diques sumergidos que disipan o absorben la energía del oleaje como agente principal de la erosión de la línea de costa; las estructuras finalmente son colonizadas por elementos biológicos de flora y fauna, generando dos beneficios simultáneamente.

En el reciclado de materiales se identifican grandes superficies que presentan posibilidades para el establecimiento de arrecifes artificiales. Posteriormente con estudios integrales y rigurosos se inicia un proceso controlado de vertido de materiales de desecho hasta establecer un sistema de sustrato de grandes dimensiones. En este caso la solución representa por un lado la disposición de residuos en grandes cantidades y por el otro representa la creación de un sustrato sólido para el crecimiento de poblaciones biológicas propias del ambiente de arrecife.

En caso del desarrollo de las actividades deportivas se buscan sitios favorables en donde la creación de arrecifes artificiales se pueda reproducir las condiciones de oleaje apropiado para esta actividad, permitiendo de manera simultánea impulsar estas actividades en zonas costeras en donde el impacto ambiental de la actividad deportiva y turística sea el mínimo.

Las actividades de protección, creación o restauración de ecosistemas frágiles y en particular de los arrecifes de coral, ha impulsado a que las instituciones gubernamentales y no gubernamentales se orienten a la planeación de estas acciones, en donde, se induce el hundimiento de estructuras de desecho en zonas con presencia de arrecifes de coral; lo anterior permite proporcionar el sustrato adecuado para la colonización.

Entre las estructuras más utilizadas se incluyen las embarcaciones de desecho, que previo tratamiento, son depositadas en el lecho marino, las cuales son rápidamente colonizadas por poblaciones de distintos grupos de organismos, entre ellos los corales, algas, esponjas, peces, crustáceos, moluscos y equinodermos.

Finalmente, existen arrecifes artificiales pesqueros que son estructuras que se dividen en protectivos, disuasivos y productivos; en la mayor parte de los casos los arrecifes artificiales consisten en estructuras de acero y concreto de grandes dimensiones que tienen como finalidad proteger grandes

áreas de pesca y disuadir las actividades de pesca de arrastre por el daño que ocasionan en las zonas de reproducción de flora y fauna marinas.

Existen también estructuras de menor tamaño que procuran e imitan las condiciones naturales del hábitat de especies de interés comercial, con la finalidad de aumentar la producción pesquera.

De manera sintética, entre los propósitos que persigue la instalación de arrecifes artificiales destacan: el mejoramiento de la producción pesquera artesanal, incremento en la pesca comercial, sitios de producción acuícola, mejoramiento de la pesca deportiva con anzuelo y gancho, control de la mortalidad pesquera, manejo de ciclos biológicos de organismos, protección de hábitat, conservación de la biodiversidad, mitigación de daño y pérdida de hábitat, mejoramiento de la calidad del agua y del hábitat, apoyo a la investigación científica y tecnológica.

2.1.1.3. Tipos y diseños de arrecifes artificiales

Aunque no existe una clasificación específica para identificar y clasificar los diferentes tipos de arrecifes artificiales, es posible agruparlos de acuerdo con la zona geográfica en donde se han diseñado y construido bajo un criterio regional de diseño, identificándose los siguientes tipos:

- Tipo americano.- Es posible la identificación de dos tipos generales de arrecifes artificiales. El primero, es un diseño rústico elaborado a base de neumáticos de desperdicio mientras que el segundo es el elaborado por la ReffBall™. Cada uno con sus diseños propios.
- Tipo asiático.- Estos países han diseñado ocho tipos de arrecifes artificiales, de los cuales 5 de ellos se encuentran orientados para la atracción de peces mientras que 3 fueron diseñados para la colonización de invertebrados incluyendo crustáceos, moluscos y algas marinas.
- Tipo europeo.- En Europa el diseño de arrecifes está orientado a la protección y disuasión con posibilidades de efectuar actividades pesqueras.

Aun cuando los arrecifes artificiales pueden clasificarse también de acuerdo a las especies objetivo para las que fueron creadas o al material con el que se construyen, la mayoría de los modelos son poco específicos y su diseño se encuentra dirigido al aprovechamiento de la diversidad biológica específica dentro de un área en particular.

Una clasificación de los diferentes diseños de arrecifes artificiales disponibles en la actualidad se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.1. Tipos de arrecifes artificiales de acuerdo a su origen, nombre, especificidad y materiales utilizados para su construcción.

Origen	Nombre	Especies	Materiales
Americano	Neumáticos	Poco específico	Neumáticos (Tratados o curados)
	ReffBall™	Peces	Concreto (Microsílica)
Coreano	Peces	Peces	Concreto, Acero
	Mariscos y algas	Crustáceos	Concreto, Acero
		Moluscos	Concreto, Acero
Algas	Concreto		
Europeo	Protectivo	Poco específico	Hormigón, acero (vigas)
	Disuasivo	Poco específico	Hormigón, acero (vigas)
Mexicano	Azteca	Peces	Concreto (Microsílica y Minerales)

En el establecimiento de arrecifes artificiales se deberá considerar la utilización de uno o varios diseños con la finalidad de alcanzar un mayor espectro específico en un área particular.

De manera general se considera que un arrecife artificial es más completo cuando incluye módulos de protección y producción.

Desde el punto de vista de su funcionalidad los arrecifes artificiales instalados deben cumplir con tres propósitos específicos: Generar un sustrato para la adecuada fijación de organismos, incrementar la complejidad del hábitat generando espacios verticalmente definidos y modificar los patrones de corrientes y oleaje. Las estructuras utilizadas en el mejoramiento marino generalmente se diseñan para optimizar uno de los objetivos mencionados. En este sentido, en términos generales las estructuras arrecifales pueden dividirse en tres categorías funcionales:

Bloques de sustrato que son aquellos que proporcionan una superficie de gran longitud con tendencia a un plano horizontal utilizado para la fijación de algas y semillas y en su diseño pueden incorporar huecos que son utilizados por algunas especies. Estas estructuras son colocadas en aguas poco profundas y en sitios en donde la intensidad lumínica es óptima para el crecimiento de las algas específicas. Cuando son colocadas en áreas de fuerte oleaje y corrientes deberán alcanzar un peso de hasta una tonelada o más y una altura hasta de un metro.

La segunda categoría son las estructuras con cámaras las cuales se construyen para proporcionar planos verticales y añadir relieve al fondo. Estas estructuras son colocadas en localidades y a profundidades donde tengan la posibilidad de atraer a peces, calamares y otras especies pelágicas, normalmente se colocan a profundidades donde existe el menor riesgo de daños por tormentas en comparación con los otros dos tipos de arrecifes artificiales.

Finalmente los bloques rompe olas diseñados para disipar la energía de olas y corrientes, utilizados principalmente en malecones y escolleras, para proteger de la erosión a las líneas de costa.

Considerando la cantidad de superficie de sustrato y de los espacios abiertos, los bloques rompe aguas son intermedios entre bloques de sustrato y estructuras con cámaras y algunas veces son utilizados con los dos propósitos. Sin embargo, éstos son empleados con mayor frecuencia en rompeolas marinos.

2.1.1.4. El proyecto propuesto

Entre la amplia diversidad de opciones para definir el concepto de arrecife del presente proyecto, se ha seleccionado el de colonias arrecifales que consiste en el acomodo de arrecifes Azteca en grupos de 50 unidades o piezas de tres tamaños distintos, de tal manera que el arreglo resultante presente cierto grado de complejidad estructural del hábitat, que favorezca a una diversidad amplia de organismos. Lo anterior es considerando que en el área propuesta para el proyecto se presentan las características apropiadas del medio físico y la presencia de una diversidad de especies biológicas objetivo.

El arreglo básico de una colonia arrecifal está compuesto por un solo nivel de acomodo de las estructuras que lo conforman y que guardan una estrecha relación entre diseño y función. Por lo que se puede definir a una colonia de arrecifes artificiales como el acomodo en un sitio específico de diversas unidades que en su conjunto funcionan complementariamente.

Esquemáticamente se puede observar el concepto de colonias de arrecifes artificiales en la siguiente figura.

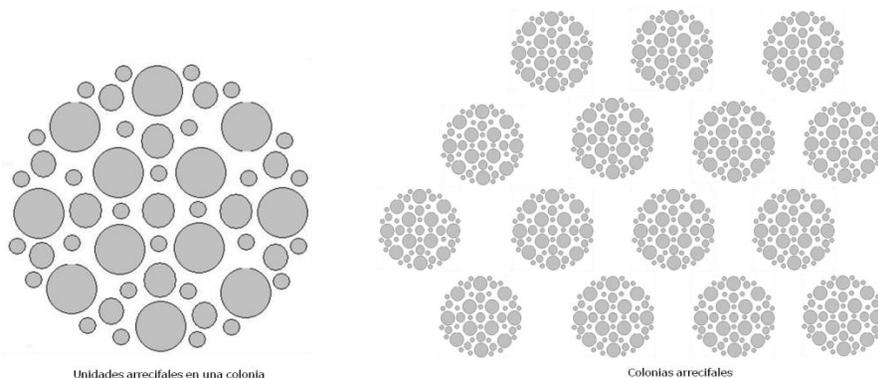


Figura 2.1. Arreglo espacial de los arrecifes artificiales propuestos para el proyecto.

La separación de las unidades o piezas dentro de una colonia es de 1.5 m entre sí, y entre colonias arrecifales es de 30m.

Descripción de las unidades o piezas de la colonia arrecifal

Las unidades o piezas de Arrecifales Azteca son estructuras en forma de cono truncado, construidas con una mezcla de arena, grava, cemento, conchilla molida de moluscos, microsilica y agua, que resulta en un concreto con una resistencia de 300 kg/cm², estable a las condiciones del medio marino, presentan una superficie rugosa y están provistos de orificios de distintos tamaños colocados de manera aleatoria que permiten tanto el paso del agua como de organismos a través de ellos; estas estructuras pueden alcanzar hasta 800kg de peso y una altura de hasta 1.65 m, con diámetros de 1.74m y un volumen de 1.30 m³.

Los Arrecifes Azteca son amigables e inertes al ambiente y no causan contaminación ya que en su construcción no se utiliza ningún tipo de aditivo para fluidificar y aumentar el rendimiento del producto, tampoco se utilizan productos desarmantes sintéticos o aditivos efervescentes que pudieran alterar el equilibrio del pH de la superficie de la estructura. Los componentes del cemento son del tipo AISI 304, invulnerables e inalterables en el agua, con una duración de más de 150 años. El valor de pH del cemento que comúnmente se comercializa en las casas de materiales es de 12 unidades. El pH del agua de mar es de 8.3, por lo que para reducir la posibilidad de un shock de pH para organismos incrustantes y así incrementar la probabilidad de que estos colonicen las estructuras, durante la construcción de las unidades que conforman los Arrecifes Azteca se ajusta el valor del pH del concreto para equipararlo al del agua marina adicionando polvo mineral inactivo y conchilla molida de moluscos, lo que permite que la fijación y desarrollo de distintas formas de vida se inicie inmediatamente después de la inmersión de las mismas.

Como resultado del proceso de construcción, los arrecifes Azteca presentan una superficie rugosa que proporciona un sustrato adecuado para la fijación de organismos. Estos módulos están provistos de orificios de distintos tamaños colocados aleatoriamente que permiten tanto el paso del agua como de organismos a través de ellos, lo que proporciona protección para el resguardo de muchos organismos; convirtiendo al conjunto de unidades arrecifales en una estructura de crianza y producción pesquera multiespecífica (figura 2.2).



Antes de la colocación



En proceso de colonización

Figura 2.2. Unidad arrecifal Azteca.

Entre otras características los Arrecifes Azteca al presentar diversos orificios de varios tamaños permiten el paso de la luz dentro del mismo, creando una variedad aún mayor de nichos que favorecen la biodiversidad de los organismos colonizadores. Dichos orificios permiten también el paso del agua a través de ellos, lo que ofrece menor resistencia al oleaje y a las corrientes marinas y en consecuencia una gran estabilidad a la estructura. Esta estabilidad también se logra porque la base de la pieza o unidad siempre es más ancha y pesada que su parte superior, lo que le permite siempre tener la misma posición. Por otro lado el diseño de las unidades actúa como elemento de transmisión de frecuencias y por ende de atracción de una gran variedad de organismos.

La colocación de los arrecifes se plantea en una sola etapa que comprende la construcción, hundimiento y colocación de las 1500 piezas arrecifales en un sitio cercano a la playa El Riscalillo, al sureste de la cabecera municipal de Zihuatanejo de Azueta, Guerrero, en una superficie total de 10 has de lecho marino, a profundidades de entre 15 y 25 metros. A esta profundidad se permite la libre navegación porque la altura máxima de una unidad Arrecifal es de 1.70m dejando libre más de 10m en la columna de agua.

2.1.2. Selección del sitio.

Los arrecifes son considerados de los ecosistemas marinos con mayor diversidad en el planeta, debido a que en ellos habitan una cuarta parte de las especies del océano. Así mismo son zonas de crianza y reproducción para numerosas especies de importancia ecológica y comercial. Además estos ecosistemas en ocasiones sirven como barrera de amortiguamiento contra el oleaje y la erosión que este genera, lo que ayuda a proteger las playas y por ende la línea de costa.

Por lo anterior los arrecifes han sido objeto de sobreexplotación, como consecuencia de la creciente demanda de alimentos para la población. Esto último sumado a la contaminación antropogénica y los desastres naturales han sido la principal causa del deterioro de estos ecosistemas, ya que se ha roto el balance natural, provocando la disminución de poblaciones y en algunos casos hasta la extinción de especies. Por ello el ser humano ha impulsado leyes, reglas y límites para proteger la flora y fauna y sus ecosistemas, sin embargo, en algunas zonas costeras, los actos para prevenir la sobreexplotación y contaminación, no han resultado positivos por la falta de control y el manejo inadecuado de los recursos.

Dos de las principales causas de pérdida de la diversidad biológica son la sobreexplotación de los recursos vivos marinos y las alteraciones físicas del ambiente marino (Norse, 1993). Entre las actividades humanas que más impactan sobre los ecosistemas costeros bentónicos se encuentra la pesca de arrastre de fondo. Se trata de métodos de pesca no selectivos (captura de juveniles y especies no objetivo de la pesca) y destructivos (erosiona la heterogeneidad espacial de los fondos, degradando los hábitats bentónicos asociados). Ello supone, entre otros, la pérdida de complejidad estructural de las comunidades, disminución de las áreas de crianza y la alteración de las redes tróficas bentónicas, lo que se traduce en una disminución acusada de la diversidad biológica marina (de Groot

1984; Hutchings 1990; Jones 1992). Entre las funciones de los AA señaladas se encuentra la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, mediante los arrecifes disuasivos o anti-arrastre (Ramos-Espla et al. 2000).

La selección del sitio propuesto para el hundimiento de los arrecifes se efectuó de manera conjunta con los pescadores de la Cooperativa Vicente Guerrero dentro del área concesionada a dicha cooperativa para el desarrollo de sus actividades pesqueras. Teniendo en cuenta los criterios de selección de sitios aptos para la instalación de arrecifes artificiales propuestos por distintos autores y empleados en distintas partes del mundo (cuadro 2.2), así como la aplicación de criterios biológicos y de tránsito marítimo se inspeccionaron dos sitios con probabilidad de cumplir con los referidos criterios, obteniendo los resultados que se presentan en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.2. Criterios y parámetros referidos bibliográficamente para ubicar sitios potenciales para establecer arrecifes artificiales.

Parámetro	Rango Aceptable	Referencia
Profundidad	15-30 m	Kakimoto, 1991
Tipo de fondo	Grava y arena compacta	Ditton y Bruke, 1985 Jones, 1985 Mathews, 1985
Velocidad de la corriente	Velocidad máxima de 1.5 nudos (2.91 m/seg)	Chang, 1985
Dimensión vertical	No mas de 5 m El 10% de la profundidad	Grove, 1989 Nakamura, 1985
Densidad de los materiales	De 266 a 499 kg/m ³	Myatt, 1989

Cuadro 2.3. Criterios de verificación de aptitud de los sitios para el establecimiento de arrecifes artificiales dentro del área propuesta para el proyecto.

Parámetro	Bahía Zihuatanejo	Playa El Riscalillo
Profundidad (m)	15	12
Tipo de sustrato	Arena fina-materia orgánica	Arena fina compacta
Presencia de organismos bentónicos	No	No
Distancia a la Costa (m)	500	700
Interferencia con rutas de navegación	Si	No

La inspección de campo permitió verificar que, tras severas afectaciones al ecosistema marino, derivadas del uso histórico de artes de pesca altamente degradativas, el fondo marino arenoso "semidesértico" constituye el ambiente dominante en los sitios inspeccionados, ya que estos se ubican fuera de los sustratos rocosos (figura 2.3).

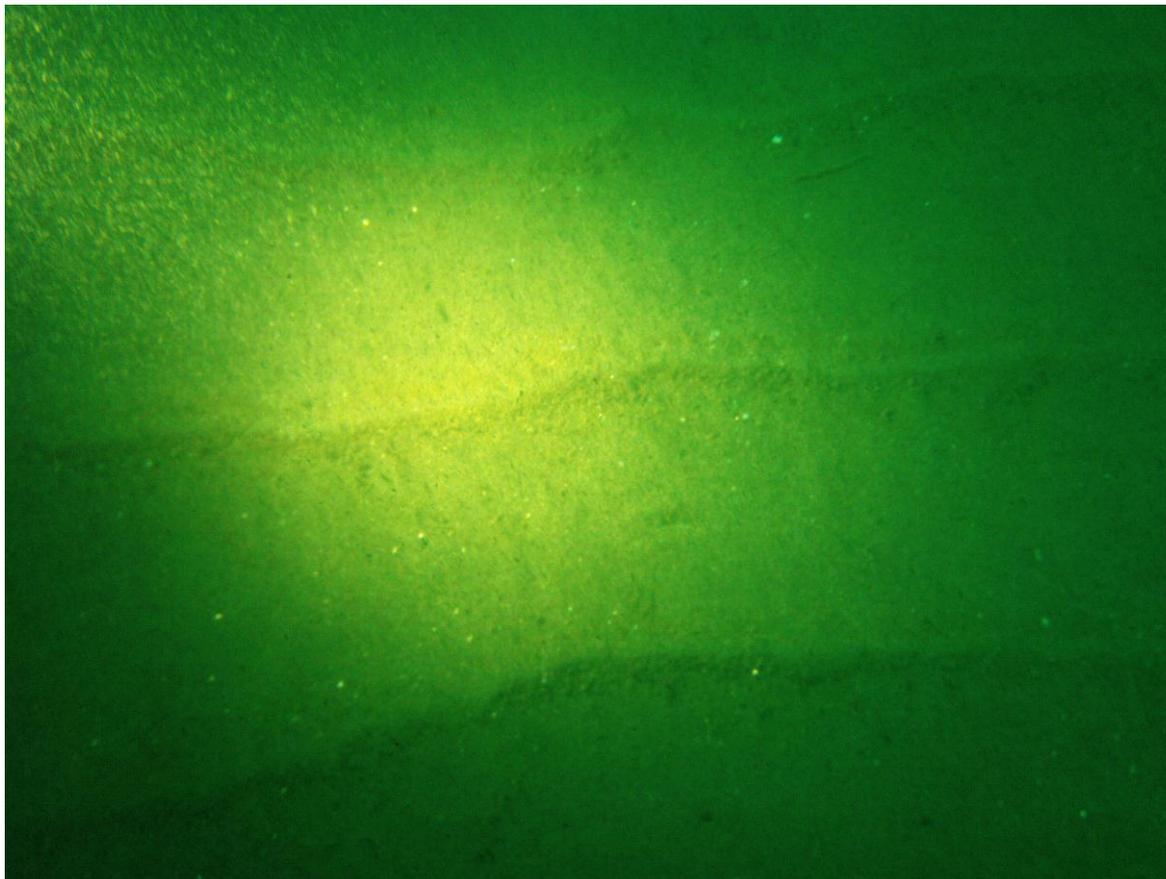


Figura 2.3. Condición generalizada del ecosistema bentónico donde se proyecta la colocación de los arrecifes artificiales en las costas frente a Caleta de Campos, municipio de Lázaro Cárdenas, Mich.

Históricamente estas áreas marinas constituían destinos pesqueros de las distintas especies comerciales, sin embargo, dado el estado de salud del ecosistema en la actualidad esta superficie se presenta como un semidesierto marino, donde la flora y fauna bentónica y las comunidades de fauna asociada son reducidas en su abundancia, afectando la economía familiar de los pescadores ribereños.

Así mismo, estos sitios constituyen por su accesibilidad y su calidad ambiental los lugares más cercanos con menores probabilidades de impactos negativos al ambiente, ya que carecen de elementos ecológicos o biológicos clave, cuya interacción con el proyecto coloquen al ecosistema en situación eminente de riesgo.

Finalmente, la revisión efectuada permitió concluir que de las dos propuestas, solo el sitio ubicado frente a la Playa El Riscalillo cumplió con todos los criterios, por lo que en conjunto con los pescadores

se decidió proponer a este para la implementación del proyecto, ya que aquel ubicado en la bahía de Zihuatanejo presenta probabilidad de interferir con la navegación.

2.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.

Zihuatanejo de Azueta es un municipio costero ubicado sobre la costa del Océano Pacífico en la porción suroeste del estado de Guerrero. Su cabecera se localiza aproximadamente a 200 km en línea recta al oeste de la capital del Estado entre las coordenadas 17°38' de latitud norte y 102°33' de longitud oeste, a una altitud de referencia de 10 msnm. Limita al norte con Coahuayutla de José María Izazaga y Coyuca de Catalán, al este con Petatlán, al oeste con La Unión de Isidro Montes de Oca y el Océano Pacífico y al sur con el Océano Pacífico. Su extensión territorial es de 1,468 km², equivalente al 2.31% de la extensión total del Estado.

El sitio seleccionado se ubica sobre el fondo marino frente a la Playa El Riscalillo, a una distancia aproximada de 700 m de la línea de costa

Particularmente los vértices que lo delimitan se ubican en las coordenadas geográficas que se presentan en el cuadro 2.4 y que se encuentran cartografiadas en la figura 2.4 y el anexo 8.1.1.

Cuadro 2.4. Coordenadas de los vértices que delimitan el polígono del sitio propuesto para el hundimiento de arrecifes artificiales en Zihuatanejo, Guerrero.

No. de vértice	Latitud norte	Longitud oeste
1	17°37'6.28"	101°31'19.12"
2	17°37'5.90"	101°31'6.68"
3	17°36'56.86"	101°31'6.84"
4	17°36'57.24"	101°31'19.13"



Figura 2.4. Localización general del sitio del proyecto.

2.1.4. Inversión requerida

El proyecto tiene un costo calculado en \$ 11,500,000.00 para la adquisición y colocación de 1500 unidades arrecifales Azteca.

2.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto plantea la construcción, transporte, hundimiento y colocación de las 1500 unidades arrecifales para distribuir las en una superficie total aproximada de 10 has de lecho marino. En esta área las 1500 unidades se agruparan en 30 colonias compuestas por 50 de ellas cada una. Las unidades tendrán una separación no mayor a 2m entre ellas, mientras que entre las colonias la separación tendrá una distancia de 30 m y un acomodo espacial como el que se ilustra en la figura 2.5.

Si bien la superficie total a ocupar por el proyecto es de 10 ha, la superficie real de afectación está dada por la suma del área que cubre cada una de las 1500 unidades arrecifales, sin considerar el espaciado entre ellas, la cual es de 0.23 ha en total.

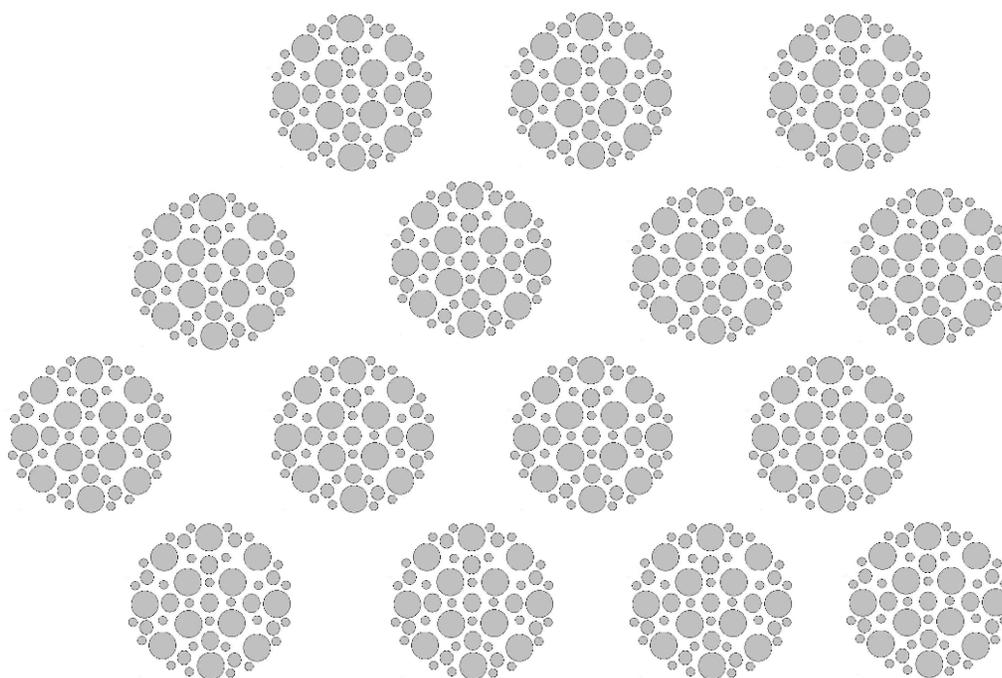


Figura 2.5. Ilustración del acomodo espacial de las unidades arrecifales en el sitio del proyecto. Cada grupo de geometría circular representa una colonia de 50 unidades. Los círculos individuales grandes, medianos y pequeños corresponden a las unidades arrecifales de tipo I, II y III, respectivamente.

Cada colonia se compone de 50 módulos Azteca, de los tipos I II y III. Las dimensiones individuales de cada unidad se presentan en cuadro 2.5.

Cuadro 2.5. Características de las unidades arrecifales Azteca.

Características	Azteca I	Azteca II	Azteca III
Peso (kg)	600-800	350-500	150-250
Diámetro (m)	1.74	1.40	1.20
Alto (m)	1.65	1.20	0.90
Área basal (m ²)	2.37	1.53	1.13
Volumen (m ³)	1.3	0.6	0.34
No. de Orificios	35 (25 de 6" y 10 de 8")	25 (10 de 6" y 4" y 5 de 3")	20 (10 de 3" y 10 de 2")
No. de unidades por colonia	12	13	25
Superficie total por colonia (m ²)	28.53	20.01	28.27

Con base en lo anterior, la cantidad y dimensiones resultantes se resume en el cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Dimensiones del proyecto

Tipo de Unidad	Superficie por unidad (m ²)	Unidades por colonia	Superficie por tipo de unidad (m ²)	Numero de colonias	Superficie por colonia (m ²)	Superficie cubierta en total por las unidades (m ²)
AZTECA I	2.37	12	28.53	30	76.81	2304.3
AZTECA II	1.53	13	20.01			
AZTECA III	1.13	25	28.27			

Las unidades arrecifales serán colocados a una distancia aproximada de 700 metros de la línea de costa donde se registran profundidades de 15 a 25m. A esta profundidad se permite la libre navegación porque la altura máxima de la unidad arrecifal de mayores dimensiones es de 1.70m, dejando libre más de 10m en la columna de agua.

2.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

La construcción de los arrecifes se proyecta dentro de las instalaciones facilitadas por la Cooperativa, las cuales corresponden a un terreno acondicionado para la operación de distintas actividades relacionadas con la pesca, como construcción y reparación de equipo y artes de pesca y vehículos de transporte de sus productos. Estas instalaciones se ubican dentro de la zona urbana de Zihuatanejo.

Por su parte, la colocación de arrecifes se hará sobre el mar territorial concesionado a la Cooperativa. El uso de este espacio marítimo es principalmente para la pesca.

Como ya se mencionó, el lecho marino donde se proyecta ubicarlos está prácticamente desprovisto de vida marina bentónica, el sitio se caracteriza por una cubierta de material arenoso (arenas finas) expuesto a la erosión por las corrientes y el oleaje (Figura 2.6). La ubicación de este sitio por su cercanía a los esteros donde prospera un ecosistema rico en biodiversidad, se prevé que facilite el reclutamiento de especies de distribución cercana o colindante, tanto por procesos de inmigración de adultos y juveniles, como por la llegada de distintos propágulos.

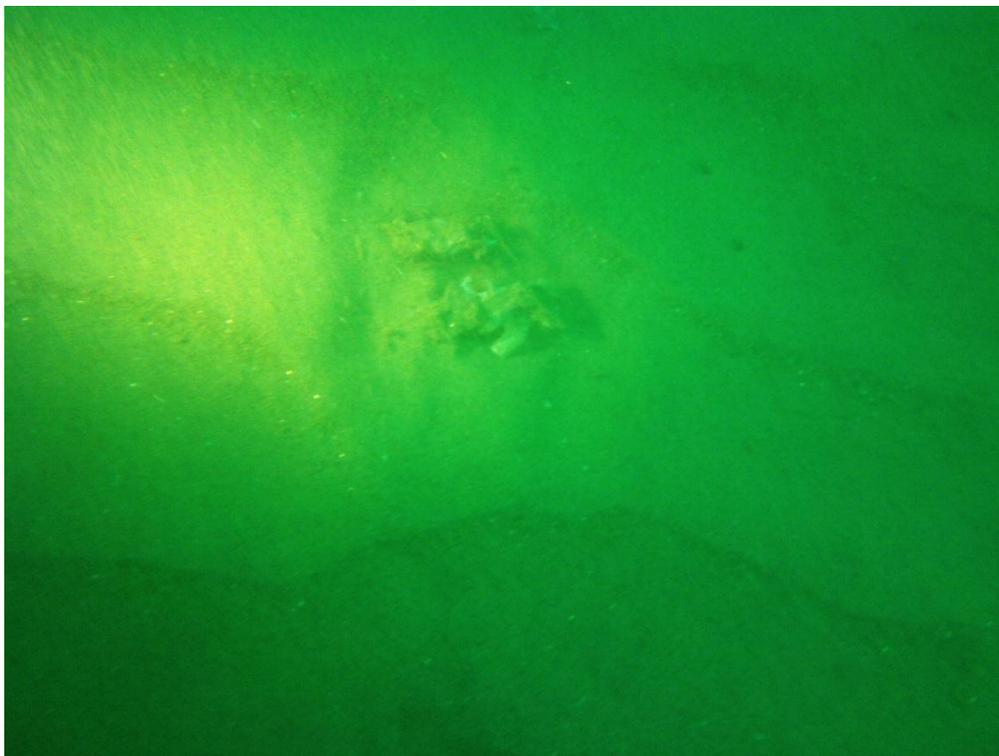


Figura 2.6. Aspecto general del fondo marino en el sitio donde se proyecta la colocación del arrecife artificial.

2.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La población más cercana al área del proyecto es la Ciudad de Zihuatanejo. Esta población cuenta con los servicios básicos de electricidad drenaje, agua es potable, pavimentación, servicio de telefonía y transporte. El acceso al área, desde la Ciudad Capital de Estado es a través de la Autopista del Sol, que tiene su destino final en la Ciudad de acapulco, a partir de la cual se accede a la Ciudad de Zihuatanejo a través de la carretera federal 200. A partir de la población antes mencionada el acceso al sitio propuesto es por vía marítima en embarcaciones de tipo panga, con un tiempo máximo de recorrido de 15 minutos.

En esta población existen tiendas de materiales para construcción, que manejan volúmenes de materiales suficientes para los requerimientos del proyecto, el resto de los servicios requeridos (agua y electricidad) serán obtenidos de la red de distribución normal.

Para el transporte de las unidades arrecifales se requerirá de una embarcación transportadora de tipo catamarán la cual es propulsada por la acción dos motores de cuatro tiempos que utilizan gasolina como combustible. Este insumo será adquirido en la gasolinera de la localidad.

2.2. Características particulares del proyecto

2.2.1. Programa General de Trabajo

El proyecto considera las etapas de construcción, transporte, hundimiento, colocación, operación y mantenimiento. Las primeras cuatro etapas se propone realizarlas en un tiempo total de diez años, de acuerdo con los pasos que se muestran en el cuadro 2.7. Cabe resaltar que en éste proyecto **no se considera el abandono del sitio**, debido a que éstas estructuras permanecerán en el lecho marino hasta que se cumpla su vida útil, calculada en 150 años, tras la cual los agentes erosivos naturales del mar inducirán la incorporación de sus componentes al sustrato marino. Por lo anterior las **etapas de operación y mantenimiento**, determinadas por la vida útil de los arrecifes tendrán una **duración aproximada de 150 años**.

Cuadro 2.7. Calendario de construcción del proyecto.

Actividades del proyecto	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Construcción de unidades arrecifales	■	■								
Transporte	■	■	■	■	■	■				
Hundimiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Colocación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

2.2.2. Preparación del sitio

No se requiere ningún tipo de obra civil para la preparación del sitio ni la remoción de vegetación o cualquier otro organismo para la colocación de los arrecifes, en virtud de las características que presenta el lecho marino donde se proyecta su colocación y debido a que la naturaleza del proyecto no demanda este tipo de actividades.

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No se hará construcción provisional alguna, para la fabricación de las unidades arrecifales se aprovecharán las instalaciones facilitadas por la cooperativa, las cuales están dentro de la mancha urbana de Zihuatanejo.

2.2.4. Etapa de construcción

La etapa de construcción durará aproximadamente cinco años sin contar con los eventos imponderables que pudieran modificar la calendarización de los trabajos desde su inicio hasta la colocación de la última unidad arrecifal.

En esta etapa también se considera la colocación de los arrecifes en el fondo marino, la cual consistirá en tres fases: carga, transporte y hundimiento. La primera de ellas se hará con la ayuda de una grúa

hidráulica y un remolque que con sus maniobras permitirán acercar y depositar pieza por pieza los arrecifes sobre la embarcación transportadora (catamarán), a través de la cual serán trasladados hasta los sitios finales de instalación (figura 2.7). Aquí el descenso hasta el fondo marino se hará con la ayuda de un bloque de polea de cadenas o un malacate, procurando que desde la carga la parte de mayor diámetro y peso de la estructura vaya siempre orientada hacia abajo para evitar maniobras subacuáticas innecesarias para su acomodo en el fondo marino.



Figura 2.7. Transporte marítimo de las unidades arrecifales Azteca.

Cabe destacar que, a diferencia de otros modelos de arrecifes artificiales, por la gran estabilidad que ofrecen los arrecifes AZTECA no se requiere de ningún tipo estructura o maniobra adicional para su fijación al sustrato, por lo que las maniobras terminan con el hundimiento y asentamiento del mismo

2.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa consistirá fundamentalmente en el aprovechamiento de los arrecifes para las actividades de pesca, conforme al calendario y artes autorizadas a la cooperativa.

Cabe destacar que dentro del calendario autorizado, al interior de la Cooperativa se diseñará un sistema rotativo para el aprovechamiento pesquero del arrecife, el cual consistirá fundamentalmente en aprovechar los recursos pesqueros únicamente de una colonia de arrecifes o un grupo de ellas a la vez durante cierto periodo de tiempo, pasando a otro grupo una vez que en el antecesor se haya aprovechado el volumen calculado para ese periodo de tiempo, dándole un periodo de "recuperación" considerable, conforme a las tasas de retorno que, mediante estudios ecológicos previos se calcule.

Con lo anterior se pretende tender a un aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros que se generen por el proyecto, sin sobrepasar las tasas de recuperación del sistema, con el objetivo de proyectar su utilidad a largo plazo.

Por lo que respecta a su mantenimiento, debido a su elevada estabilidad las estructuras no corren el riesgo de ladearse, girarse, volcarse y desplazarse del sitio inicial de su colocación, por lo que prácticamente no se requiere llevar a cabo un programa formal de mantenimiento. Sin embargo, como medida de seguridad los propios pescadores harán revisión permanente de la condición de las estructuras durante sus labores cotidianas de pesca, y también durante los periodos de evaluación de los recursos pesqueros que albergue el arrecife. De ser necesario ellos mismos se encargarán del eventual reacomodo de las estructuras en caso de sufrir algún tipo de desestabilización o aterramiento por efecto de fenómenos meteorológicos extraordinarios.

La operación también considera el monitoreo del desempeño de los arrecifes, con el propósito de verificar sus efectos sobre el ecosistema marino, con la idea de efectuar las medidas correctivas necesarias sobre cualquier efecto negativo no previsto. Para esto se solicitará la colaboración de las instituciones educativas que incluyan el tema dentro de su *curriculum* académico, para que a través de proyectos de investigación se evalúe el desempeño del arrecife, como sustrato promotor del mejoramiento del ecosistema marino a escala puntual.

2.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

No se requerirá implementar obras complementarias o asociadas al proyecto. Los productos pesqueros que se obtengan por incremento en las poblaciones de especies comerciales serán destinados a los mercados actualmente desabastecidos donde tradicionalmente comercializa sus productos la cooperativa beneficiaria.

2.2.7. Etapa de abandono del sitio

No se prevé el abandono del proyecto ya que por el alto impacto social y productivo previsto esta obra tendrá utilidad de por vida; se considera que por lo menos durara unos 150 años, y que durante este periodo los arrecifes se convertirán en parte integral del ecosistema marino.

2.2.8. Utilización de explosivos

No se utilizaran explosivos en ninguna de sus etapas. Los materiales pétreos serán adquiridos en expendios autorizados para este propósito.

2.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La generación de residuos se reduce a los sólidos generados por el personal durante la construcción de los arrecifes y consistirá fundamentalmente en sacos vacíos de cemento, los cuales serán dispuestos en el sitio autorizado por el ayuntamiento de Zihuatanejo de Azueta.

La generación de residuos líquidos se prevé que ocurra solo durante la etapa de construcción y consistirá fundamentalmente en excretas humanas provenientes del personal de construcción, aunque en volúmenes reducidos. Sin embargo, como ya se mencionó su disposición final será conforme al procedimiento autorizado por el H. Ayuntamiento de Zihuatanejo de Azueta.

Respecto a los fluidos provenientes de las lanchas y los vehículos de carga y transporte de las estructuras, no se contempla la generación de estos en el sitio, debido a que el mantenimiento de los mismos no se hará en el lugar, si no en talleres especializados y legalmente establecidos dentro de la zona urbana.

Las emisiones a la atmósfera provendrán de la operación de los vehículos de transporte y carga de los arrecifes y de los motores de las embarcaciones durante la colocación. Para evitar exceder los límites establecidos en la normatividad vigente, se implementará un programa de revisión y mantenimiento permanente del equipo utilizado durante el tiempo que dure la construcción y colocación de las estructuras.

2.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Para el manejo de los residuos sólidos provenientes del consumo humano, se colocaran en puntos estratégicos dentro de las instalaciones utilizadas para la construcción cestos con separadores de basura, los cuales serán descargados periódicamente por el servicio de limpia local y su contenido trasladado al sitio de disposición final autorizado por el municipio. Por su parte, los residuos provenientes del servicio de los vehículos y embarcaciones utilizados serán almacenados en contenedores completamente sellados y al final del periodo de construcción entregados a una empresa certificada para su disposición final.

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.

Para el desarrollo de este capítulo se consultaron diversas fuentes de información vigente, federales y estatales, correspondientes a las regulaciones en materia de planeación del uso del territorio, en las que se contempla la distribución y uso de suelo, con la finalidad de determinar la vinculación del proyecto con lo dispuesto en dichas regulaciones. Así mismo se consultaron los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación sobre uso del mar territorial y los recursos pesqueros, con la finalidad de determinar la vinculación del proyecto (artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA).

3.1. Áreas naturales protegidas

Actualmente en el Estado de Guerrero existen 11 Áreas Naturales Protegidas decretadas, tanto federales como estatales, las cuales abarcan una superficie de 9,388.73 has, siendo esta menor al 1% de la superficie estatal (cuadro 3.1). A esta cifra se suman las 134 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que suman una superficie de 70,480.6 ha, para un total de 79,869.41 ha bajo régimen de conservación en todo el estado.

Cuadro 3.1. Áreas Naturales Protegidas decretadas en el Estado de Guerrero.

No.	Categoría	Nombre	Superficie (ha)	Ubicación/municipios
1	Parque Nacional	Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa	1,598.26	Pilcaya, Taxco de Alarcón y Tetipac.
2	Parque Nacional	Parque Nacional Juan Álvarez	528	Chilapa de Álvarez.
3	Parque Nacional	Parque Nacional El Veladero	3,617.41	Acapulco de Juárez.
4	Santuario	Santuario Piedra Tlacoyunque	28	Tecpan de Galeana.
5	Santuario	Santuario Tierra Colorada	53.65	Cuijnicuilapa.
6	Parque Estatal	Parque Estatal Bicentenario	30.49	Acapulco de Juárez.
7	Reserva Estatal	Reserva Estatal El Nanchal	1,383.40	Chilpancingo de los Bravo.
8	Reserva Estatal	Reserva Estatal El Pericón	369.78	Huitzoco de los Figueroa.
9	Reserva Estatal	Reserva Estatal Los Olivos	1,243.77	Chilpancingo de los Bravo.
10	Reserva Estatal	Reserva Estatal Palos Grandes	448.13	Huitzoco de los Figueroa.
11	Parque Estatal	Parque Estatal El Limón	86.84	Zihuatanejo de Azueta.
Total:			9,388.73	

De estas, las más cercanas al sitio propuesto para el proyecto son el denominado "Parque Estatal El Limón", un ANP de decreto Estatal, así como el Santuario Piedra Tlacoyunque, de decreto Federal, ésta última ubicada a unos 65 km en línea recta, sin embargo, por tratarse de decretos que no incluyen áreas marinas se concluye que el sitio propuesto para el proyecto no se ubican dentro de los límites de ninguna de ellas, por lo que no existen disposiciones legales de esta naturaleza que deban ser atendidas.

3.2. Ordenamientos ecológicos territoriales

Conforme a lo reportado en las páginas web de las instituciones federal y estatal responsables de los temas ambientales (SEMARNAT y SUMA, respectivamente), no existen ordenamientos ecológicos territoriales decretados para la zona del proyecto. Los decretos de esta naturaleza en zonas costeras, a donde el sitio propuesto para el proyecto presenta mayor cercanía corresponden al Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona Industrial y portuaria de Lázaro Cárdenas, Decretado el 7 de agosto del 2003 y al Ordenamiento Ecológico Regional de la Sierra-Costa, Decretado el 9 de noviembre del 2010, en el Estado de Michoacán, así como al Ordenamiento Ecológico municipal de San Marcos en el Estado de Guerrero, publicado en el Periodico Oficial del Gobierno del Estado de Guerrero el 27 de enero de 2009 (http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/ordenamiento/acuerdo_snmarcos_090127.pdf), sin embargo, por tratarse de decretos que no incluyen el área marina, sus disposiciones no son aplicables al proyecto.

3.3. Regiones Marinas Prioritarias

Conforme a la regionalización de la CONABIO, el sitio del proyecto se localiza dentro de la Región Marina Prioritaria No. 31 denominada Tlacoyunque (figura 3.1). Ésta Región Marina Prioritaria (RMP) es un área con una extensión de 1,230 km², que en términos biológicos se caracteriza por la presencia de diversas especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, mamíferos marinos, manglares, xerófitas, selva baja caducifolia y es Hábitat de tortugas marinas, principalmente golfina (*Lepidochelys olivacea*), sin que hasta la fecha exista un listado de ellas o se conozca la presencia de especies endémicas (Arriaga et al., 1998).

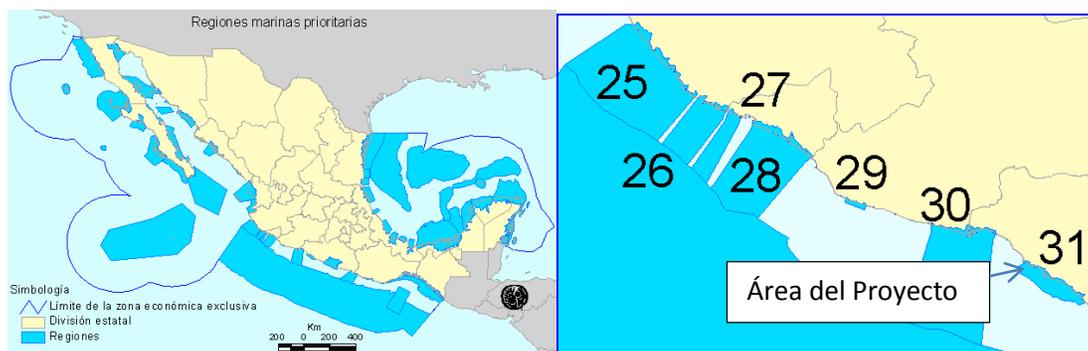


Figura 3.1. Ubicación del sitio del proyecto respecto a la Región Marina Prioritaria No. 30 de CONABIO (Arriaga et al., 1998).

El siguiente cuadro resume las características de esta RMP, de acuerdo con Arriaga et al. (1998) (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_031.html).



31. TLACOYUNQUE

Estado(s): Guerrero

Extensión: 1 230 km²

Polígono: Latitud. 17°40'12" a 17°13'48"
Longitud. 101°43'12" a 101°1'48"

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor de 26° C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes.

Geología: placa de Norteamérica, rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, plataforma estrecha.

Descripción: esteros, cocotales, chaparral espinoso, matorral, playa.

Oceanografía: predomina la corriente Costanera de Costa Rica. Oleaje alto. Aporte de agua dulce por ríos y esteros. Ocurre "El Niño".

Biodiversidad: moluscos, poliuetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, mamíferos marinos, manglares, xerófitas, selva baja caducifolia. Hábitat de tortugas, principalmente golfina (*Lepidochelys olivacea*).

Aspectos económicos: pesca tipo cooperativas con explotación de robalo, lisa, mojarra, sabalote. Turismo poco relevante.

Problemática: contaminación por basura. Contrabando de tortugas. Especies introducidas de tilapia.

Conservación: ya es un área protegida por decreto. Prioridad por su alta diversidad de hábitats y protección de tortugas. Falta conocimiento de la zona.

Grupos e instituciones: UAG, INE, Delegación estatal Semarnap.

En distintas playas ubicadas en el SA, en el periodo comprendido entre los meses de julio y octubre anidan tres especies de tortugas marinas: *Lepidochelys olivácea* (tortuga golfina), *Chelonia mydas* o *Chelonia agassizii* (tortuga negra), y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd). En la colindancia hacia el Sur de ésta RMP se localiza el santuario más importante de tortugas marinas en la costa guerrerense, y en el territorio restante existen algunos campamentos tortugeros comunitarios dedicados al rescate de nidos de estas especies de tortuga.

Todas las especies de éste grupo de reptiles presentes en ésta RMP se encuentran en estado crítico de sobrevivencia, razón por la que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de "en peligro de extinción", por lo que cualquier obra o actividad que pretenda desarrollarse en ésta área deberá poner especial atención en la interacción que pueda tener con éstas especies y en caso de sospecharse de algún efecto negativo sobre ellas, se deberán efectuar todas las medidas de prevención o mitigación necesarias para evitarlo.

Desde el punto de vista socioeconómico en ésta área destaca la poca pesca de tipo cooperativa, artesanal y deportiva, con explotación de huachinango (*Lutjanus peru*, *L. colorado*), robalo, lisa y sabalote, así como el turismo de baja intensidad hotelera y ecoturismo en las diferentes playas.

Como problemática principal de ésta RMP se encuentra la intensa modificación del entorno en algunas fracciones de la misma, incluida la tala del manglar, la contaminación por basura y presencia de especies introducidas como la mojarra tilapia. En éste aspecto destaca la alta degradación del ambiente por el transporte marítimo, así como por la pesca con redes de arrastre por parte de barcos camaroneros.

Es un área afectada también por la contaminación por desechos sólidos, aguas residuales y agroquímicos.

La problemática asociada al uso de los recursos naturales tiene su mayor expresión en aspectos como la presión sobre los manglares, peces, tortugas, moluscos y pepinos de mar, principalmente por la pesca ilegal.

Por lo anterior se sugiere como parte de las estrategias de conservación, vigilar que se respeten las normas de áreas protegidas, proteger los manglares, así como decretar Área Natural Protegida los ecosistemas más sensibles que aun preservan parte de la alta biodiversidad que caracteriza a esta zona, aunque existe un gran desconocimiento de los procesos oceanográficos y ecológicos, y no hay listados faunísticos ni florísticos.

Si bien la implementación de estrategias de conservación permitiría reducir la velocidad con la que está ocurriendo el deterioro en la RMP, es necesario implementar también estrategias de restauración que ayuden a recuperar parte de la biodiversidad original del área. En este contexto, el uso de tecnologías como es el caso de los arrecifes artificiales favorece el desarrollo de ecosistemas y por ende de la vida marina, ya que provee zonas de refugio, crianza y reproducción de diversas especies de interés comercial, así como de aquellas que juegan un papel clave en los ecosistemas marinos, para que de esta forma se promueva una nueva alternativa pesquera que tienda a la sustentabilidad.

El Proyecto de arrecifes artificiales aquí planteado contribuirá a la restauración, conservación y protección del ecosistema en sus componentes bióticos, fomentando el desarrollo productivo de bajo impacto ambiental y promoviendo la investigación y educación ambiental, contribuyendo con ello a la conservación de la región.

3.4. Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

El artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su párrafo cuarto el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

En este sentido, existen en el país una serie de leyes, normas y reglamentos a nivel federal, estatal y municipal que tienen como objetivo el propiciar el desarrollo y aprovechamiento sustentable en el país.

En la presente sección se describirán los principales ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y la manera como el proyecto estará sujeto a los mismos.

3.5. Planes de desarrollo

Plan nacional de desarrollo 2012-2018

El plan nacional de desarrollo (PND) tiene la finalidad de establecer los objetivos y estrategias nacionales que durante la presente administración deberán regir la acción del gobierno. Representa el compromiso que tiene el gobierno federal para con los ciudadanos y que serán la base de los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanen de este.

El plan nacional de desarrollo para el periodo 2012-2018 está estructurado en un objetivo general: "Llevar a México a su máximo potencial" y para esto se plantea cinco metas nacionales en tres estrategias transversales.

La meta 4 plantea alcanzar "Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos".

Esta meta considera entre sus objetivos, estrategias y líneas de acción transversales los siguientes:

Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo

Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad

Líneas de acción

Impulsar una política en mares y costas que promueva oportunidades económicas, fomente la competitividad, la coordinación y enfrente los efectos del cambio climático protegiendo los bienes y servicios ambientales.

Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

Líneas de acción

Recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.

Objetivo 4.10. Construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país

Estrategia 4.10.4. Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país.

Líneas de acción

- Impulsar prácticas sustentables en las actividades agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola.

En alineación a lo anterior, el proyecto Arrecifes Artificiales va encaminado a contribuir a la reversión del deterioro y la recuperación productiva de los ecosistemas marinos que contribuya a la mejora de la economía de los pescadores en la región de Zihuatanejo.

Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Guerrero 2016-2021.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, es la hoja de ruta resultado de un amplio ejercicio democrático que permitirá orientar las políticas y programas del Gobierno del Estado durante los próximos años. Este documento traza los objetivos de las políticas públicas y establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa los indicadores que permitirán medir los avances obtenidos.

En el plan se establecen las estrategias, objetivos y líneas de acción que responden a cinco prioridades y seis metas transversales:

Prioridades

1. Guerrero Seguro y de Leyes bajo el marco de Derechos Humanos
2. Guerrero Próspero
3. Guerrero Socialmente Comprometido
4. Guerrero con Desarrollo Integral, Regional y Municipal
5. Guerrero con Gobierno Abierto y Transparente

Estrategias transversales

1. Atender a niñas, niños y adolescentes
2. Alentar la participación de la juventud
3. Garantizar la igualdad entre mujeres y hombres
4. Atender a los migrantes
5. Atender a los pueblos originarios y afromexicanos
6. Gestionar debidamente la ecología

En la prioridad 2 se plantea entre sus objetivos "Impulsar la productividad del sector agropecuario y pesquero para garantizar la seguridad alimentaria". En este sentido, dentro de la Estrategia 2.2.1 . "Fortalecer los sectores agropecuario y pesquero y crear condiciones para aumentar la competitividad y la autosuficiencia para garantizar la seguridad alimentaria en la entidad", se considera entre las acciones a llevar a cabo la de "Establecer los mecanismos necesarios para facilitar la obtención y la certificación de productos pesqueros".

Así mismo, en la Estrategia 2.2.4, que plantea "Impulsar el desarrollo del sector agropecuario y pesquero de manera responsable, cuidando siempre del medio ambiente y generando una cultura de sustentabilidad" se considera como acción preponderante "Otorgar asesoría sobre prácticas de cultivo y pesca sustentables".

Derivado de lo anterior, el proyecto que se analiza y presenta, resulta estratégico puesto que las actividades a realizar contribuirán al cumplimiento del plan estatal de desarrollo

Plan municipal de desarrollo (2015-2018) Zihuatanejo de Azueta Guerrero

El Plan Municipal de Desarrollo de Zihuatanejo de Azueta publicado en diciembre de 2015 es el eje rector que contiene las acciones sobre las que guiará su actuación el gobierno municipal durante el periodo que comprende los años de 2015-2018 y sus objetivos generales se estructuran en 4 ejes rectores de la política pública:

1. Municipio promotor de la economía local;
2. Desarrollo social y servicios básicos;
3. Legalidad y seguridad pública;
4. Administración municipal eficiente y con sentido social;

El eje I "Municipio promotor de la economía local" plantea que a pesar de que la región Costa Grande cuenta con un gran potencial de riquezas naturales (litorales, bosques madereros, huertas frutales y tierras fértiles) el desarrollo económico de sus municipios ha sido lento, aunque dentro del contexto regional se distingue el desarrollo de Zihuatanejo de Azueta, el cual cuenta con las ventajas comparativas que le dan el ser un polo de atracción turística importante, que le permite ser la quinta economía más grande del Estado.

A pesar de ello el desarrollo económico del municipio ha sido lento y heterogéneo. La estabilidad económica no es continua y la riqueza no se distribuye equitativamente, esta se concentra en la zona urbana, principalmente en Ixtapa Zihuatanejo, mientras que la zona rural ha quedado rezagada ante la baja productividad y rentabilidad. Entre los factores relacionados con esta situación se encuentra el hecho de que La pesca y ganadería se explotan de manera tradicional, con indicadores bajos en productividad y rentabilidad por no contar con la infraestructura suficiente y adecuada.

Por lo anterior se plantea que los problemas de rezagos y desequilibrios de la estructura económica se resolverán en la medida que se fortalezca la actividad turística y se diversifique la actividad productiva, reactivando y explotando los potenciales de la industria, agroindustria, pesca y ganadería.

Así mismo, se establece que la actividad pesquera es una de las de mayor importancia en el municipio, por su valor económico y su impacto social, sin embargo, su productividad es insuficiente, ya que no alcanza para abastecer el mercado local, aun cuando cuenta con un potencial para el desarrollo, al poseer abundantes cuerpos de agua de mar y ríos, así como estanques, bordos, represas y lagunas temporales. La pesca no desarrolla su potencial por no contar con la infraestructura suficiente y adecuada. Su pobre explotación se limita a la rudimentaria pesca ribereña, destinada para apenas abastecer el consumo local, aunque en temporada de alta demanda se consumen productos de otros lugares.

En este sentido, el proyecto propuesto se alinea con la necesidad de resolver la problemática de productividad pesquera local, al contribuir al incremento en la productividad.

3.6. Vinculación general.

Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como de la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas en donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

En el artículo 3 fracciones XIX y XX de esta ley se define al impacto ambiental como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza y la Manifestación de Impacto Ambiental como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo o potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

En su artículo 5 fracciones X y XI establece que es facultad de la federación evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades referidas en el artículo 28 y en su caso expedir las autorizaciones correspondientes; así como la regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

Conforme a este instrumento normativo, el proyecto en cuestión es de competencia federal en virtud de que el artículo 28 menciona que: la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en la fracción X se menciona como uno de los casos en los que se requiere previo a su realización la autorización en

materia de impacto ambiental, las "Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus **litorales o zonas federales**;"

Por su parte, en el Reglamento de esta Ley, en su artículo 4 fracción I menciona que compete a la Secretaría evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de los proyectos de obras o actividades referidas en su artículo 5, el cual, en el inciso Q señala que quienes pretendan llevar a cabo obras y actividades como "la construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicio en general, marinas, muelles, rompe olas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o **arrecifes artificiales** que afecten ecosistemas costeros" requerirán previamente la autorización de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental.

En los artículos 9 y 10 señala que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. Derivado de las características del proyecto, así como del lugar pretendido por el mismo y en base al artículo 11 del reglamento, corresponde al promovente presentar una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular.

Para dar cumplimiento al presente ordenamiento, se ha elaborado la presente Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad correspondiente, misma que se presenta para su evaluación y resolución.

Ley general de pesca y acuicultura sustentables

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

Los objetivos de la presente ley se enumeran en su artículo 2º siendo los siguientes:

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

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

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

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

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

En su artículo 8º fracciones XII y XV menciona que corresponde a la Secretaría fijar los métodos y medidas para la conservación de los recursos pesqueros y la repoblación de las áreas de pesca en coordinación con la autoridad competente, así como regular las zonas de refugio para proteger las especies acuáticas que así lo requieran, y establecerá las épocas y zonas de veda; así como fomentar y promover las actividades pesqueras y acuícolas y el desarrollo integral de quienes participan en dichas actividades.

El artículo 9º fracción II menciona que se deberá coordinar con otras instituciones de la administración pública federal el cumplimiento de los objetivos previstos en la presente Ley, en materia de preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, fomentar, promover áreas de protección, restauración, rehabilitación y conservación de los ecosistemas costeros, laguneros y de aguas interiores, en los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En su artículo 10 fracción I menciona que la Secretaria en coordinación con la Secretaria de Marina, vigilaran el cumplimiento de los objetivos previstos en la presente Ley, como la vigilancia en las zonas marinas mexicanas y realizar las inspecciones que se requieran para verificar el cumplimiento de las disposiciones en materia de pesca, de conformidad con la legislación nacional, así como con los Tratados Internacionales vigentes en los que México sea parte;

En su artículo 17 fracciones de la I a la IV menciona que el Estado Mexicano reconoce que la pesca y la acuicultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas.

Así mismo, que la pesca y la acuicultura se orienten a la producción de alimentos para el consumo humano directo para el abastecimiento de proteínas de alta calidad y de bajo costo para los habitantes de la nación; que el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad; y que la investigación científica y tecnológica se

consolide como herramienta fundamental para la definición e implementación de políticas, instrumentos, medidas, mecanismos y decisiones relativos a la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas.

En su artículo 24 se menciona que la Secretaría, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, y en lo que corresponda, con los gobiernos de las entidades federativas, realizará las acciones necesarias para fomentar y promover el desarrollo de la pesca y la acuicultura, en todas sus modalidades y niveles de inversión.

Para tal efecto, deberá fomentar, promover y realizar acciones tendientes a: la formulación y ejecución de programas de apoyo financiero para el desarrollo de la pesca y la acuicultura, que incluyan, entre otros aspectos, la producción de especies comestibles y ornamentales de agua dulce, estuarinas y marinas, la reconversión productiva, la transferencia tecnológica y la importación de tecnologías de ciclo completo probadas y amigables con el ambiente; así como, la construcción de parques de acuicultura, así como de unidades de producción, centros acuícolas y laboratorios dedicados a la producción de organismos destinados al ornato, al cultivo y repoblamiento de las especies de la flora y fauna acuática; la construcción, mejora y equipamiento de embarcaciones y de artes de pesca selectiva y ambientalmente seguras, mediante el apoyo a programas de sustitución y modernización de las mismas; la construcción de infraestructura portuaria pesquera, así como el mejoramiento de la infraestructura existente entre otras.

En este sentido, la ley nos da la certeza jurídica para el desarrollo y fomento de la pesca sustentable, apoyando las acciones y validación de los arrecifes en un marco de reversión de los efectos de sobreexplotación en que se encuentra la pesca de ribera, los arrecifes servirán para la reconversión productiva, la tecnificación y diversificación, debido a que al incrementar la eficiencia productiva de las cooperativas se reducirán los impactos al ambiente.

A la CONAPESCA la mandata y la faculta a promover este tipo de proyectos, con este fin la misma institución elaboro un estudio denominado ARRECIFES ARTIFICIALES EN MEXICO ESTUDIO DE GRAN VISION (2007) que permite conocer la viabilidad y beneficios de la instalación de arrecifes artificiales en México. En este tenor, es que se sometió ante la SAGARPA el proyecto para la construcción y hundimiento de arrecifes artificiales azteca en el litoral de Zihuatanejo, Guerrero para su apoyo durante el ejercicio fiscal 2017, de lo que se deriva la realización del presente manifiesto de impacto ambiental.

Ley federal del mar

El presente ordenamiento es de jurisdicción federal y rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce su soberanía, jurisdicciones y otros derechos.

En su artículo 3 define que son zonas mexicanas El Mar Territorial; Las Aguas Marinas Interiores, La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares.

Así mismo, en su artículo 6 establece que la soberanía, jurisdicciones y competencias se ejercerán a Las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas; El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización; y El aprovechamiento económico del mar, inclusive la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras.

Menciona también que el Poder Ejecutivo Federal dictará medidas adecuadas de administración y conservación para que los recursos vivos no se vean amenazados por una explotación excesiva, determinará la captura permisible de recursos vivos en la Zona Económica Exclusiva y, sin perjuicio de lo anterior, promoverá la utilización óptima de dichos recursos. Cuando el total de la captura permisible de una especie sea mayor que la capacidad para pescar y cazar de las embarcaciones nacionales, el Poder Ejecutivo Federal dará acceso a embarcaciones extranjeras al excedente de la captura permisible de acuerdo con el interés nacional y bajo las condiciones que señale la legislación mexicana de pesca (artículo 56). En este sentido, el presente ordenamiento reglamenta la colocación de los arrecifes artificiales en los fondos suaves de playas y nos reglamenta las disposiciones constitucionales en materia de soberanía, propiedad y jurisdicción sobre los espacios y ecosistemas marinos del país. Uno de los objetivos del establecimiento de arrecifes artificiales es promover el aprovechamiento económico del mar, mediante la pesca controlada por parte de las comunidades pesqueras que se ubican en los sitios seleccionados. Como lo indica esta ley, y de acuerdo a la ley de pesca vigente, la captura de recursos vivos será la permisible marcada para cada especie, y no rebasará la capacidad y el esfuerzo pesquero permitido actualmente, Por otro lado, se constituirá en un bien público sin generar propiedad territorial y sus beneficios serán un bien común, pues promueve la conservación de los recursos y su aprovechamiento sustentable.

Ley de aguas nacionales

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

En su artículo 82 se lee que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "La Comisión" en los términos de la presente ley y su reglamento. "La Comisión" en coordinación con la Secretaría de Pesca, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuicultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias, asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento.

Las actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros, no requerirán de concesión. En este sentido, el proyecto que se propone es de interés nacional ya que se plantea la rehabilitación de una zona costera para incrementar la producción de pesca, los materiales a utilizar no alteraran de manera alguna las características y condiciones de calidad del agua, por lo que se considera que se cumple lo establecido en el ordenamiento.

Ley general de bienes nacionales

En su artículo 6 fracción IV menciona que están sujetos al régimen de dominio público de la Federación, el lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores.

El artículo 120 menciona que el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuicultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.

En este sentido, el proyecto que se plantea resulta estratégico toda vez que, de ser aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación mejorara considerablemente las actividades de pesca en la costa del estado de Guerrero.

Ley de navegación y comercio marítimos

La ley de Navegación y Comercio Marítimos tiene por objeto regular las vías generales de comunicación por agua, la navegación y los servicios que en ellas se prestan, la marina mercante mexicana, así como los actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo.

En sus artículos 3 y 4 señala que son Vías Generales de Comunicación por Agua o Vías Navegables, el mar territorial, la zona económica exclusiva y las aguas marinas interiores; los ríos navegables y sus afluentes que también lo sean, los vasos, lagos, lagunas y esteros navegables, así como canales que se destinan a la navegación, siempre que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar, o que en todo o en parte sirvan de límite al territorio nacional, o a dos o más entidades federativas, o que pasen de una entidad federativa a otra, o crucen la línea divisoria con otro país; y los vasos, lagos, lagunas interiores navegables.

Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con las vías generales de comunicación por agua, o vías navegables, la navegación y el comercio marítimos en las aguas marinas interiores y en las zonas marinas mexicanas y, en general todos los actos y hechos que en ellas se lleven a cabo.

El artículo 5 de la presente ley señala que las embarcaciones y los artefactos navales mexicanos estarán sujetos al cumplimiento de la legislación nacional, aun cuando se encuentren fuera de las aguas de jurisdicción mexicana, sin perjuicio de la observancia de la ley extranjera, cuando se encuentren en aguas sometidas a otra jurisdicción. Las embarcaciones y los artefactos navales extranjeros que se encuentren en las vías generales de comunicación por aguas mexicanas quedarán sujetos por ese sólo hecho, a la jurisdicción y al cumplimiento de la legislación nacional.

De acuerdo a lo señalado en el artículo 10 párrafo 6to, todas las embarcaciones que se encuentren en vías navegables mexicanas deberán estar abanderadas, matriculadas y registradas en un solo estado.

El acatamiento de la presente ley obedece a la necesidad de traslado y hundimiento de las estructuras arrecifales con ayuda de embarcaciones tripuladas. En este sentido, las embarcaciones a utilizar para las maniobras en mención se encuentran reglamentadas y registradas en la Capitanía Local y con los documentos en orden, cumpliendo lo estipulado en la ley.

Normas oficiales mexicanas

Dada la naturaleza del proyecto y debido a las diferentes actividades a realizar tanto en la etapa de construcción como de operación, se atenderán las normas oficiales mexicanas que se describen a continuación en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Norma oficial mexicana	Aplicación al proyecto
NOM-009-PESC-1993 que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.	Esta norma aplicara cuando el arrecife esté en funcionamiento y será de carácter regulatorio para las actividades de pesca en los arrecifes, fomentando el aprovechamiento sustentable y sostenido de los recursos pesqueros que ahí se establezcan. Su aplicación consistirá en establecer un sistema de aprovechamiento rotativo del arrecife.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Debido a que en el SA anidan en la temporada de julio a marzo tres especies de tortugas marinas enlistadas en esta norma: <i>Lepidochelys olivácea</i> (tortuga golfina), <i>Chelonia mydas</i> o <i>Chelonia agassizii</i> (tortuga negra), y <i>Dermochelys coriacea</i> (tortuga laúd), para evitar cualquier afectación a las especies de tortugas marinas enlistadas en ésta Norma y presentes en el área del proyecto, se aplicarán las siguientes medidas preventivas: Durante la temporada de arribazón de las tortugas marinas, que es por lo general de julio a marzo se extremarán precauciones para evitar que las embarcaciones dañen a estos organismos.

	<p>Se evitará cualquier tipo de contacto físico con los ejemplares, bien sea adultos, juveniles o aun con sus huevos.</p> <p>Debido a que la mayor actividad de las tortugas marinas tanto de desove, como de nacimiento de crías ocurre por la noche, se establecerán horarios de trabajo estrictamente diurnos, entre las 7:00 am y las 6:00 pm, para reducir el riesgo de contacto con algún ejemplar de cualquiera de las especies.</p> <p>Antes de iniciar las labores diariamente se revisará la playa para cerciorarse de que no haya ningún ejemplar que pueda ser afectado por el personal o la maquinaria, de encontrarse alguno, el inicio de las labores se postergará hasta que el ejemplar se haya retirado de la playa.</p> <p>Si durante las operaciones dentro del mar se llegase a ubicar un ejemplar de tortuga marina en el sitio de hundimiento de los arrecifes, las labores se postergaran hasta que este se haya retirado del sitio por su propia voluntad.</p> <p>Si durante las maniobras en la playa se detecta algún nido o hembra ovopositando, se postergarán las labores hasta que esta se haya retirado del lugar, evitando tener contacto físico con ella o con el nido. También se evitará efectuar cualquier maniobra cerca del nido.</p> <p>Así mismo, previo al inicio del proyecto se dará a los trabajadores una capacitación sobre la importancia y el estatus actual de conservación de las especies de tortugas marinas, que los sensibilice sobre el tema e induzca la toma de precauciones al respecto.</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF-13-01-95).</p>	<p>Según esta norma, los límites máximos de ruido permisibles en motores de motocicleta y similares son de 96 y 99 dB, para motores de hasta 449 cc y de 450 cc en adelante, respectivamente. Para motores de vehículos menores de 3 ton., como el que se pretende usar en el proyecto el límite es de 86 dB. Para evitar sobrepasar los niveles de ruido establecidos en esta norma por la operación de la revolvedora y las lanchas se utilizaran motores silenciosos. En el caso de la camioneta que se usará para el transporte de los arrecifes, se colocará silenciador en el sistema de escape.</p>
<p>NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan</p>	<p>Para evitar rebasar los límites permisibles que establece esta norma, todos los vehículos que se utilicen se afinaran y se verificarán antes de iniciar el periodo de trabajo. Estos trabajos no se harán en el sitio del proyecto, si no en talleres especializados y legalmente establecidos.</p>

<p>gasolina como combustible (DOF-06-03-2007).</p>	
<p>NOM-011-STPS-2002 referente a condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido (DOF-17-04-2002).</p>	<p>Esta norma establece un tiempo máximo de 8 horas de exposición a un nivel máximo de 90 dB. Para dar cumplimiento la jornada de trabajo no será mayor a 8 horas, tomando en cuenta que se con las medidas necesarias se cumplirá con la NOM-080-SEMARNAT-1994. Así mismo, como medida preventiva se dotará a cada trabajador de un equipo de protección personal auditiva, según la NOM-017-STPS-1993.</p>
<p>NOM-017-STPS-2001 referente al uso de equipo de protección al personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo (DOF-05-11-2001).</p>	<p>Permitirá atender las condiciones generales de trabajo para los empleados en la etapa de construcción del proyecto.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 límites máximos permisibles de Hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y Remediación.</p>	<p>Para evitar la contaminación del suelo por derrame de aceites y gasolinas provenientes del uso de motores durante la implementación del proyecto, antes de usarse en el proyecto se someterán a revisión y mecánica en talleres legalmente establecidos, reparando todas las fugas que se detecten. Así mismo, se llevará una bitácora de revisión de fugas diariamente, durante el periodo que se utilicen en el proyecto.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los Listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Para dar cumplimiento a esta norma se prevé la realización de un curso de capacitación a los encargados y residentes de obra, trabajadores y operadores de maquinaria y equipo, sobre la clasificación, separación, manejo y disposición de residuos sólidos. Para el manejo de los lubricantes y combustibles se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, diseñado con las siguientes medidas de seguridad: Piso impermeable, alejado de las áreas de trabajo, será acondicionado con materiales contra incendio, contará con equipo básico contra incendio como extinguidores para casos de emergencia, contará con dispositivos para mitigar derrames en caso de emergencia, como son barreras contra derrames y materiales de absorción. Se creara una bitácora mensual de residuos peligrosos que será mantenida con el fin de tener un control sobre las entradas y salidas y los volúmenes almacenados de cada tipo de residuo. Una descripción más detallada de las características de este espacio se describe en la medida de mitigación No. 5, en el capítulo VI de éste documento.</p>

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.

4.1. Delimitación del área de estudio

México, cuenta con una superficie territorial de 1,953,161 km², de los cuales, 1,947,946 km² son de zona continental y 6, 606 km² de islas. Está conformado por 32 estados, 17 de ellos con límites costeros: 11 en el Océano Pacífico y Golfo de California (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas), cinco en el Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán) y uno en el Mar Caribe (Quintana Roo).

La costa mexicana se extiende por 11,122.5 km de los cuales el 68 % corresponden al Océano Pacífico incluyendo el Mar de Cortés, y 32 % al Golfo de México y Mar Caribe en el Océano Atlántico; además la zona marítima mexicana cuenta con 500,000 km² de plataforma continental, 16,000 km² de superficie estuarina y 12,000 km² de lagunas costeras. Asimismo el área de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México es de 3, 149 920 km² (INEGI, 1998).

México comprende a las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, con características de intercambio entre elementos de origen boreal y tropical, cuyo resultado es la organización de especies y hábitats en una gran variedad de climas y ecosistemas costeros (Contreras, 1991). Destacan entre ellos más de 130 lagunas costeras (Lankford, 1977; Contreras, 1993), así como un gran número de cuencas hidrológicas cuyos principales ríos se distinguen por la cantidad de agua que drenan; el Río Balsas en el Océano Pacífico, y los ríos Pánuco, Papaloapan y Grijalva-Usumacinta en el Golfo de México (INEGI, 1998).

Litoral Pacífico

El litoral mexicano en el Océano Pacífico, presenta una fisiografía de alto relieve, con costas escarpadas o angostas y planicies muy inclinadas, bordeadas por montañas con elevaciones hasta de 3,000 m (Flores-Verdugo et al., 1992).

El Pacífico mexicano se caracteriza por su estrecha plataforma continental y su gran heterogeneidad ambiental. En él se encuentra la mayor cuenca de evaporación del Océano Pacífico (el Alto Golfo de California), litorales con dinámica costera determinada por procesos oceánicos y zonas de generación y embate de huracanes al sur y al norte respectivamente. La presencia de una corriente fría frente a las costas pacíficas de México tiene como consecuencia una enorme abundancia de nutrientes y, a su vez, la existencia de grandes poblaciones de especies aprovechables, como el abulón, la sardina, el camarón y el atún, entre otras.

El litoral Pacífico mexicano incluye desde las costas del Alto Golfo de California, una de las regiones más áridas del planeta, hasta las costas de Oaxaca y Chiapas con vegetación exuberante y alta precipitación. Debido a su heterogeneidad, puede dividirse en Océano Pacífico Norte y Sur tomando como línea divisoria Cabo Corrientes en el Estado de Jalisco, (Merino, 1987), (figura 4.1).

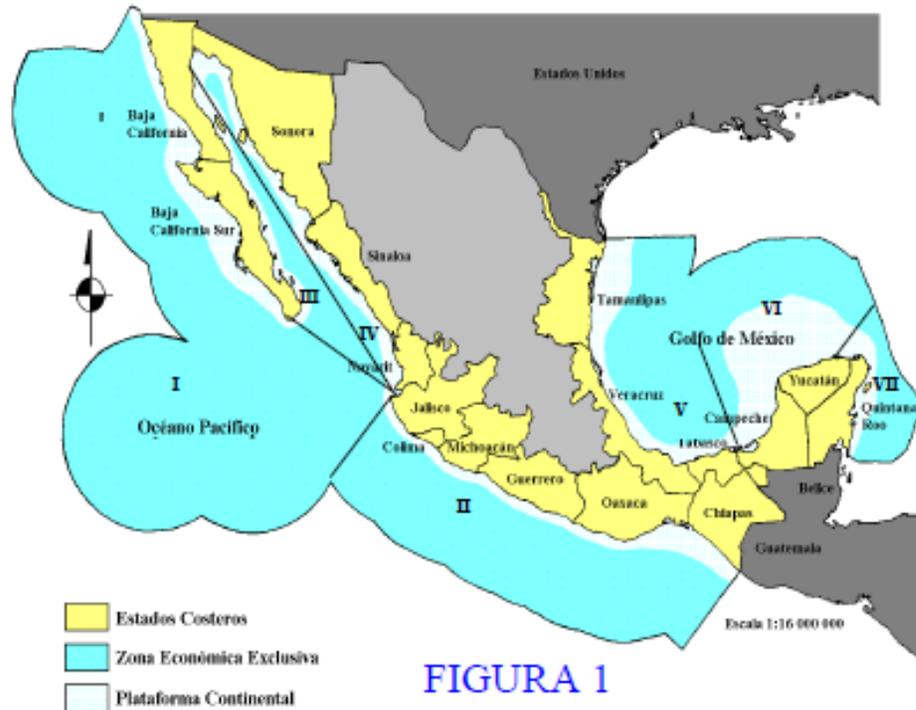


FIGURA 1

Figura 4.1. Regionalización de los océanos dentro de la Zona Económica Exclusiva de México.

La costa del Océano Pacífico Sur, comprende las costas de los estados de Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; posee una gran diversidad biológica, resultado de la gran variedad de ecosistemas presentes como ríos, lagunas costeras, zonas de manglar y bahías. En esta región se encuentran importantes zonas de manglar del Pacífico, como el Sistema Chantuto-Teculapa-Panzacola, en Chiapas, con aproximadamente 40,000 ha (Flores-Verdugo et al., 1992). También se localizan importantes campos tortugueros en las costas de Michoacán y Oaxaca debido a las impresionantes "arribazones" de tortugas (principalmente la "golfina" *Lepidochelis olivacea*) que utilizan estas playas como zona de anidación.

El estado de Guerrero se localiza en la porción centro sur de la República Mexicana sobre la costa meridional del océano Pacífico, limita al norte con los estados de México, Michoacán y Morelos, al noroeste Michoacán, al oeste con el Océano Pacífico y Michoacán, al sur con Océano Pacífico, al este con el estado de Oaxaca y al noreste con los estados de Oaxaca y Puebla.

La costa del estado de Guerrero es una franja con un litoral de unos 522 kilómetros ubicada entre el océano Pacífico y la Sierra Madre del Sur, desde la desembocadura del río Balsas en la colindancia con el Estado de Michoacán hasta Punta Maldonado, en la colindancia con el estado de Oaxaca. A lo largo de la costa se localiza un conjunto importante de lagunas costeras, superficies de manglar y otros ecosistemas subacuáticos, que son sistemas productivos donde se reproduce, cría y alimenta una gran cantidad de especies de pesca comercial, junto con extensiones importantes de playas

arenosas que proporcionan un hábitat para la anidación de tortugas marinas, además de contar con un alto valor paisajístico.

El punto más meridional de la costa y por lo tanto del Estado de Guerrero se ubica en las coordenadas 16°18'55" de latitud norte y a los 98°33'07" de longitud oeste, mientras que el más septentrional se encuentra ubicado a los 17°56'44" y 102°08'06" de latitud y longitud, respectivamente.

Pretendiendo una mejor planificación de políticas y orientar las inversiones gubernamentales con un enfoque regional, el Estado de Guerrero se divide en siete regiones económicas: Acapulco, Centro, Norte, Tierra caliente, Montaña, Costa Chica y Costa Grande (4.2). Esta última la integran los municipios ubicados en la porción norte de la costa: Atoyac de Álvarez, Benito Juárez, Coahuayutla de José María Izazaga, Coyuca de Benítez, Unión de Isidoro Montes de Oca, Petatlán, Tecpan de Galeana y Zihuatanejo de Azueta, siendo en este municipio donde se ubica el proyecto propuesto.



Figura 4.2. Regionalización del Estado de Guerrero.

Considerando los criterios establecidos en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (SEMARNAT, 2002), dentro de la cual se establece que “para delimitar el área de estudio se deberá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico”, cuando este exista para el sitio y esté decretado, una revisión de la página web (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/ODecretados.aspx>), donde la SEMARNAT tiene publicadas las ligas a la *Bitácora Ambiental* de cada ordenamiento decretado permitió verificar la inexistencia de este instrumento de planificación del uso del espacio marino para

el área donde se ubica el proyecto. Por lo anterior, no es posible definir el Sistema Ambiental (SA) conforme a los límites de alguna Unidad de Gestión Ambiental.

Así mismo, la propia guía establece que "Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios, justificando las razones de su elección, para delimitar el área de estudio:

- a) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos;
- b) Factores sociales (poblados cercanos);
- c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;
- d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y
- e) Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (sí existieran)".

Con base en los criterios de los incisos c) y d), dado que para el área no existen Ordenamientos Ecológicos decretados en el medio marino, la delimitación del SA se basó en la propuesta de Regiones Marinas Prioritarias de la CONABIO (Arriaga et al., 1998), la cual propone una zonificación del medio marino basado en análisis multicriterio y consulta a expertos para la definición de zonas con cierta homogeneidad en sus características biológicas, morfológicas, oceanográficas o de uso de los recursos naturales, de manera un tanto similar a como se obtienen las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en los Ordenamientos Ecológicos Territoriales, quedando así delimitado el SA propuesto, como se muestra en la figura 4.3.

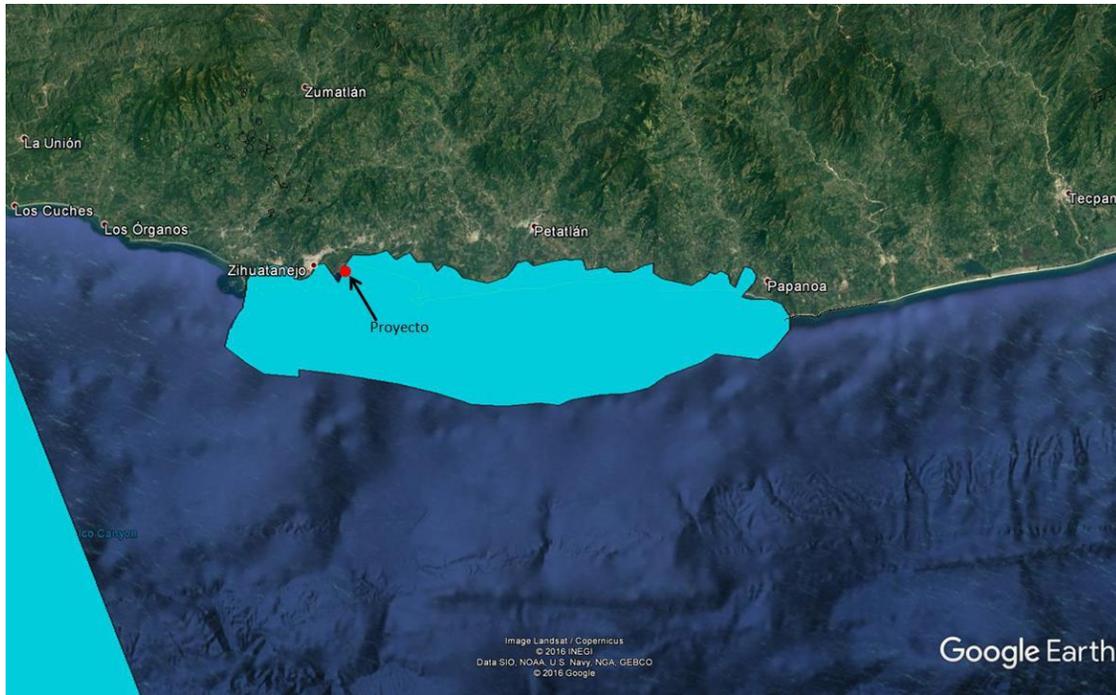


Figura 4.3. Límites del Sistema Ambiental propuesto, frente a las costas de Zihuatanejo, basado en la propuesta de Regiones Marinas Prioritarias de México (Arriaga et al., 1998).

Por lo anterior, en lo sucesivo cuando se haga referencia al SA se tendrá por entendido que se refiere a esta área.

A continuación se describen las características del SA definido.

4.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

Clima

De acuerdo al INEGI, la distribución climática en Guerrero está estrechamente relacionada a tres factores geográficos: los contrastes altimétricos del relieve; la presencia de una prominente cadena montañosa como la Sierra Madre del sur que se alinea paralela a la costa y que actúa como barrera orográfica; y su cercanía al mar, la cual se deja sentir en forma de vientos húmedos que penetran al continente y provocan abundantes precipitaciones, cuyas cuencas de captación tienen como vertiente la costa guerrerense, en donde se presentan al menos tres de los cinco tipos de clima que predominan en el Estado: el Cálido Subhúmedo, el cálido húmedo y el seco y semiseco en menor proporción, todos con lluvias en verano, como se muestra en la figura siguiente.



Figura 4.4. Climas del Estado de Guerrero.

De acuerdo con la información meteorológica generada por el INEGI, el municipio cuenta con tres tipos de climas; hacia la porción sur predomina el cálido subhúmedo con temperatura promedio anual de 26 °C; mientras que hacia la porción norte se localiza el templado subhúmedo y semicálido subhúmedo con temperatura media anual de 24 °C. La temperatura mínima es de 12 °C. La precipitación pluvial promedio es de 1103.5 mm y ocasionalmente llega hasta los 1500 mm.

Con base en la estación 00012127 ZIHUATANEJO (DGE) el clima de la región corresponde al grupo A, climas tropicales lluviosos, que se caracterizan por tener la temperatura media del mes más frío mayor a 18 °C y del mes más caliente mayor a 22 °C. La fórmula climática es Aw1 (w) i, que corresponde a un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias de Verano e isotermal.

La estación referida registra una precipitación promedio anual de 1,053.0 mm; el periodo de lluvias va de junio a octubre, con una precipitación máxima de 327 mm en el mes de septiembre. El periodo de sequía se extiende de noviembre a mayo y la precipitación menor durante este se registra en el mes de abril con 0.6 mm.

En relación con la temperatura promedio anual, esta estación reporta un valor de 26.8 °C. Los valores más bajos se presentan en febrero, con promedio de 25.2 °C y los más elevados en el mes de junio, con promedio de 28.0°C. Lo anterior indica una variación media mensual de temperatura de 2.8 °C.

Ciclones y huracanes

Un hecho climático de excepcional importancia, es que la costa guerrerense y por ende el SA es un área de trayectoria de ciclones tropicales. De acuerdo con la base de datos de ciclones tropicales del Océano Pacífico durante el periodo de 1948 a 2005, se formaron 780 ciclones tropicales; tomando como referencia un radio de 300 Km, 6 ciclones tropicales que representan el 1,3 % del total, han

afectado directa o indirectamente la zona de estudio. Estos ciclones afectan el área de Zihuatanejo durante los meses de mayo a diciembre, siendo más frecuentes en el mes de septiembre.

A continuación se muestra una relación de las perturbaciones seleccionadas, considerando sólo los que más afectaron el área del proyecto, debido a su localización relativa y condiciones de viento presión.

Cuadro 4.1. Perturbaciones climáticas que han afectado la zona propuesta para el proyecto

Ciclón No	Nombre	Categoría	Viento Máximo (Km/h)	Presión Mínima (mb)	Duración	Categoría Máxima De Afectación	Viento Máximo De Afectación (Km/h)	Distancia Mínima De Afectación (Km)
1	Hernán	H-5	250	925	19-31 Julio, 1990	H-2	160	181
2	Trudy	H-5	250	924	16 Oct a 1 Nov. 1990	H-1	139	89
3	Emilia	H-5	250	926	16 Jun. A 15 Jul. 1994	H-2	180	189
4	Madeline	H-4	232	941	29 Sep. a 8 Oct. 1976	H-1	139	35
5	Virgil	H-4	213	948	1-5 Sep. 1992	H-3	185.2	91.2
6	Paka	H-5	296	906	28 Nov. a 22 Dic. 1977	H2	185	150

El huracán Pauline que se presentó en 1997 es el más fuerte que han afectado el SA y el área de influencia del proyecto. Asimismo, este huracán es el más fuertes que ha afectado las costas guerrerenses y su intensidad se atribuye a la presencia del fenómeno conocido como El Niño.

De menor intensidad, el huracán Blas que se presentó en junio de 1998 también tuvo influencia en el área del proyecto.

El de 1976, denominado Madeleine (septiembre–octubre), alcanzó vientos máximos de 232 km/h y tocó tierra en la porción norte de la Costa Grande.

En octubre de 1979 se presentó Ignacio alcanzó velocidades de 232 km/h e ingresó a las costas de Guerrero en los límites con el vecino Estado de Michoacán.

En septiembre de 2013 el huracán *Manuel* causó 123 muertos en México, 97 de ellos se produjeron en un alud en la comunidad de La Pintada, en Guerrero.

En septiembre de 2015 el huracán Odile de categoría 4, aun cuando no toco tierra en territorio guerrerense afectó considerablemente el SA por efecto de los intensos vientos y la gran cantidad de lluvia, causando inundaciones en los principales centros de población, como el caso de Zihuatanejo.

Cabe señalar que los ciclones, además de traer perjuicios como inundaciones, afectaciones a vías generales de comunicación, de drenaje y energía, también dejan beneficios, ya que aportan gran cantidad de humedad, la cual se traduce en precipitaciones que favorecen al campo en lugares donde el agua es escasa y reacomodo del relieve de playa.

Vientos dominantes

La diferencia de presión atmosférica influye definitivamente sobre los tipos de vientos. En el mes de enero, los vientos del Este, penetran sobre todo en la parte noroeste del Estado, mientras que las masas de aire descendentes de la atmósfera alta y ocasionalmente del océano Pacífico, es decir, los vientos contra alisios, invaden el territorio.

Por lo que de acuerdo con la situación geográfica, el estado de Guerrero se encuentra en la franja de los vientos alisios del Hemisferio Norte, con dirección Noreste, pero, debido a irregularidades locales y a los sistemas monzónicos que penetran en verano, en el SA, los vientos dominantes son los del sur, sureste o suroeste

Geología y geomorfología

La complejidad morfológica que presenta el estado de Guerrero es el resultado de la combinación de procesos internos y externos de la dinámica del planeta que afectan la superficie terrestre. La tectónica, los ajustes erosivos vinculados al clima y la litología interactúan en la formación del relieve y, por lo tanto, constituyen la base para su análisis y explicación. Las formas topográficas son resultado de eventos geológicos a través de millones de años, choques de terrenos de diferentes orígenes (v. Geología), desgaste de masas, agrietamientos y fallamientos, producto de esfuerzos en diferentes direcciones y diferentes durezas de los materiales que forman el sustrato, que han conformado en el estado un paisaje montañoso caracterizado por valles angostos y de poca extensión.

Existen controversias de varios autores al considerar las características geomorfológicas del estado; sin embargo, se pueden distinguir, al observar la carta de relieve de la entidad, cuatro áreas o provincias de acuerdo a sus características morfológicas: la provincia de Planicies Litorales, la provincia de la Sierra Madre del Sur, la Cuenca del Balsas y las Sierras del Norte. La geomorfología presente en el SA corresponde a las siguientes dos de estas provincias.

Sierra Madre del Sur. Bajo esta denominación se considera a una unidad topográfica que se desarrolla a lo largo de casi 500 km, paralela a la costa pacífica con una dirección NO–SE. "Posee la característica de tener su cresta a una altitud casi constante de poco más de 2000 m"; sin embargo, cuenta con algunas eminencias que sobrepasan los 3000 msnm, localizadas en el sector occidental,

y que constituyen las cumbres más elevadas de la entidad. En algunos lugares este sistema montañoso penetra al mar, como en Acapulco.

En la Sierra Madre del Sur se encuentran diferentes eventos tectónicos, remontándose su origen a la era Mesozoica. Las formaciones geológicas que la componen presentan una variada gama de litologías donde se distinguen sedimentos de origen marino asociados a secuencias volcánico-sedimentarias, derrames lávicos, cuerpos intrusivos y amplios dominios metamórficos.

Tradicionalmente en el estado se ha denominado sierra al sector occidental y montaña al sector oriental. Independientemente de otros factores que pueden tomarse en cuenta para esta diferenciación regional, la primera se caracteriza por la continuidad y altura de su filo mayor con una orientación paralela a las costas del estado. Esta altura disminuye hacia la parte occidental en los municipios de La Unión y Coahuayutla, en las cercanías de la desembocadura del río Balsas. Asimismo, el municipio de Coahuayutla presenta formas orográficas en forma de bloques producto de una serie de fallas con orientaciones N-S principalmente. A la altura de la región Centro, aproximadamente, hay un cambio en la morfología de la estructura de la sierra, donde también se observan cambios en las edades de las rocas que conforman el macizo. La Montaña presenta pocas alturas superiores a los 2000 m; "es muy irregular y se manifiesta por una sucesión de macizos y contrafuertes altos y fraccionados, que ligan con desniveles muy contrastados", producto en primer lugar de la litología. Las fallas y fracturas que se observan en ambos lados de estas montañas y que influyen en la topografía, tienen una orientación NO-SE y son producto de los esfuerzos de tensión originados por la zona de subducción. El tipo de drenaje producido por los ríos depende del tipo de roca que es atravesada.

Planicies Litorales. Ocupan una franja que se extiende a lo largo del litoral Pacífico y cuyo límite altitudinal ha sido definido a partir de la curva de nivel de 200 m. Presenta una anchura variable (10 a 25 km), debido a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur que descienden hacia el mar. El sector occidental, comprendido entre la desembocadura del río Balsas y Acapulco (Costa Grande), presenta un aspecto más irregular que la porción oriental (Costa Chica).

En la Costa Grande se suceden una serie de bahías separadas por áreas de pendiente fuerte que interrumpen la planicie y forman en la costa puntas rocosas, como ocurre en la zona de Zihuatanejo y el sureste de la bahía de Tequepa. Otras veces se forman verdaderos acantilados, como los que se desarrollan entre Pie de la Cuesta y Acapulco.

Geológica y estructuralmente la costa guerrerense se encuentra en una zona de convergencia entre las placas de Cocos y Americana, y corresponde a una Costa de Colisión Continental, de acuerdo con la clasificación de Inman y Nordstrom (1971). Como tal, se encuentra enmarcada por dos rasgos estructurales de primer orden: una trinchera oceánica (la Trinchera Mesoamericana) y un sistema de cadenas montañosas continentales (la Sierra Madre del Sur). Ambas, cadena montañosa y trinchera, hacen de esta porción del Centro-Sur de México un fenómeno tectónicamente activo y altamente dinámico (Lugo 1985 y 1986).

Desde el punto de vista litológico, de acuerdo con la Carta Geológico-Minera E14-7-10, editada por el Servicio Geológico Mexicano (1999), en la zona de estudio la base estratigráfica está representada por una alternancia de conglomerados y areniscos con fragmentos de granitos, gneises y metavolcánicas (KiCgp-Ar), definida como Conglomerado Posquelite de posible edad postjurásica con antigüedad aproximada de 143 millones de años, de la que emerge una pequeña fracción en la porción sureste de Punta Garrobo. Sobre esta sobreyace una formación más reciente, posiblemente del Albiano-Cenomaniano, que consiste en una intercalación de andesitas, calizas y calizas arcillosas con desarrollos arrecifales a la cima (KapaA-Cz), la cual se proyecta en un maciso que dio origen a lo que localmente se conoce como punta garrobo y punta esteban y constituye la formación que dio origen a la Bahía de Zihuatanejo, sobre la que se erigió el mayor centro de población de la región.

Finalmente, hacia la porción noroeste del sitio propuesto para el proyecto, emerge una enorme formación de origen intrusivo conformado por la intercalación de Granito y Granodiorita (TeoGr-Gd), el cual se extiende por prácticamente todo el SA, donde su continuidad a nivel superficial se ve interrumpida únicamente por los depósitos cuaternarios de origen lacustre, asociados a las numerosas lagunas costeras que existen en el área.

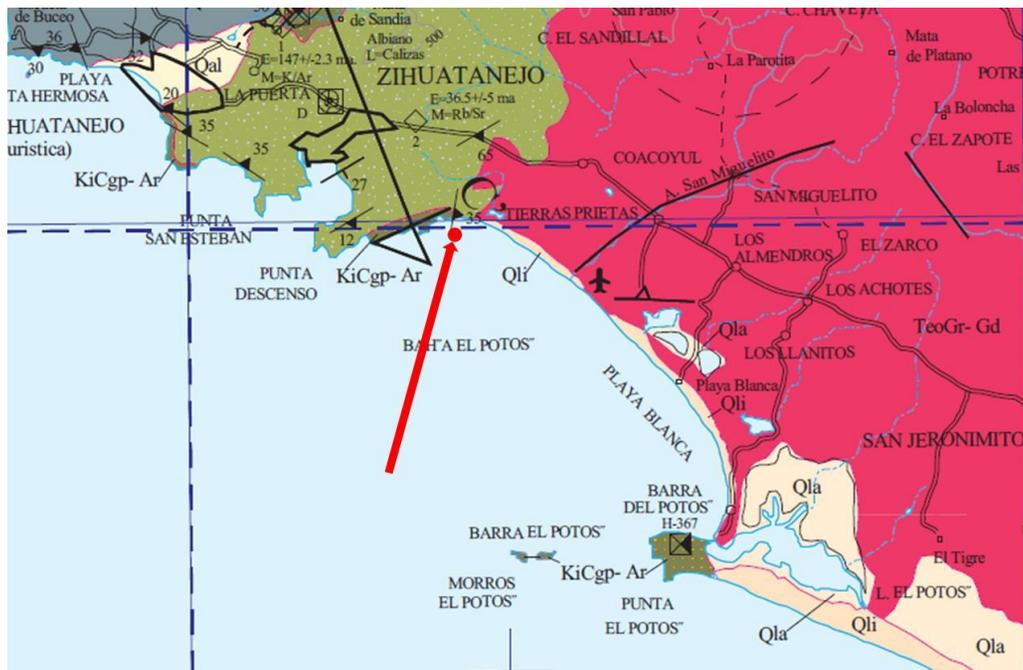


Figura 4.5. Geología del área de estudio. El punto rojo indica la ubicación del sitio propuesto.

Edafología

Por tratarse de un proyecto cuyos sitios de trabajo están ubicados dentro del mar, este apartado no aplica.

Oceanografía

Batimetría

Como una costa de colisión continental, la del Pacífico Central se caracteriza por presentar una plataforma continental muy estrecha, con amplitudes promedio de 10 Km y una máxima de 30 Km (Punta Maldonado) y con pendientes que oscilan entre 0° 15' y 0° 30', pero que hacia el Noroeste, a la altura de la Bahía de Petacalco, alcanza su estrechez mínima con escasos 900 m de amplitud y una pendiente de 1° 25'.

Un rasgo sobresaliente de esta plataforma son los cañones submarinos que se presentan en las desembocaduras de los ríos, como son los casos de la Necesidad y Petacalco; intersectan totalmente el talud y arrastran sedimentos hasta las profundidades de la Trinchera Mesoamericana. Las cabeceras de estos cañones se inician en la plataforma y pueden tener sus orígenes en la continuación de una fractura, falla o trazas de canales submarinos que fueron posiblemente erosionados por corrientes fluviales durante los estadios bajos del nivel del mar en época de glaciación (Carranza-Edwards, et al. 1986, Márquez y Morales, 1984). Por lo tanto, se trata de una costa abierta, expuesta a la acción de oleaje procedente de casi todos los cuadrantes, en donde las mareas son de tipo mixto.

Dentro del SA la plataforma continental presenta una baja pendiente y una amplitud considerable, ya que se alcanzan 100 m de profundidad hasta los 10 kilómetros de distancia a la costa (5.5 millas náuticas), como se observa en el cuadro 4.2 y gráfico de la figura 4.9.

Cuadro 4.2. Profundidades con relación a la distancia a la línea de costa en el área del proyecto

Localidad	Distancia Aproximada a la Costa (Km) / Profundidad (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Profundidad	48	77	88	92	98	200	360	608

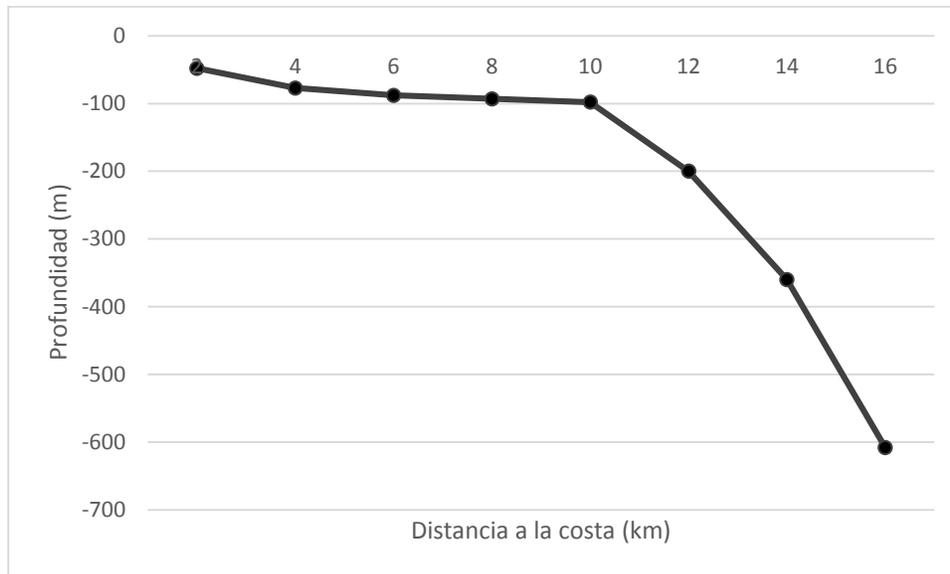


Figura 4.6. Perfil batimétrico del SA en los sitios propuestos para el proyecto.

Curvas Batimétricas

Dentro del SA los datos de batimetría a escala local son inexistentes, por lo que fue necesario generar este tipo de información específicamente para el área propuesta para la colocación de los arrecifes. La figura 4.7 muestra el patrón que adquieren las curvas de nivel interpoladas a partir de datos de profundidad en el área, en ella se observa una equidistancia similar entre prácticamente todas las curvas batimétricas del área representada, lo que refleja una ausencia de cambios abruptos en la conformación de la superficie del fondo marino, por la inexistencia de áreas rocosas que generen este tipo de prominencias. Lo anterior es acentuado sobre todo en el polígono específico donde se proyecta el vertimiento de las estructuras, donde la exploración submarina confirma que se trata de una llanura submarina arenosa con una ligera pendiente (figura 4.7).

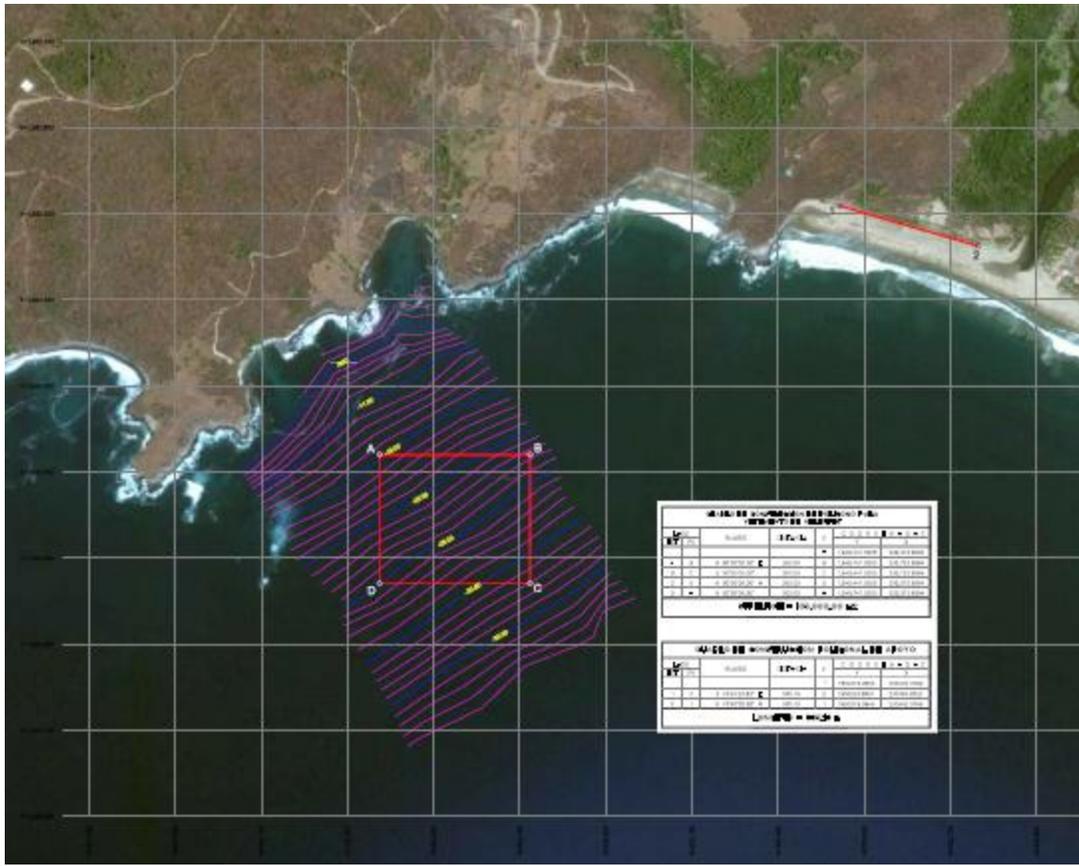


Figura 4.7. Batimetría del área propuesta para el proyecto. El recuadro en rojo representa el polígono propuesto para el vertimiento.

Dentro del sitio específico propuesto para el proyecto, la profundidad registrada promedia los 25 m, por lo que se considera que se encuentra dentro del intervalo aceptable para el hundimiento de los arrecifes.

Corrientes marinas

Desde el punto de vista oceanográfico el área del proyecto pertenece a la región del Océano Pacífico tropical oriental, el cual se ubica entre Cabo Corrientes (20° N y 105° 41' W) y Costa Rica (10° N y 84° 15' W), esta región ha sido caracterizada durante mucho tiempo por la convergencia de dos sistemas de corrientes en los mares mexicanos (Badan-Dangon 1998): la Corriente Costera de Costa Rica (ccr) y la Corriente de California (cc), que al unirse forman parte de la Corriente Norecuatorial (cne) (Badan 1997).

Recientemente, Kessler (2006), basándose en datos de velocidad geostrofica y de deriva, señala que la ccr llega solo hasta el Golfo de Tehuantepec, donde su parte superficial retorna hacia el sur debido a un flujo anticiclónico que obliga a la ccr a salir de la costa y alimentar a la cne. Kessler (2006) propone el nombre de Corriente del Oeste de México (wmc, por sus siglas en inglés), para un flujo

adyacente a la costa del Pacífico mexicano con dirección al polo que se encuentra por debajo de la termoclina a partir del Golfo de Tehuantepec.

Existen pocos datos sobre la hidrografía de la región del Océano Pacífico donde se ubica el SA. Entre ellos se encuentra lo descrito por Roden (1972) en diciembre de 1969, quien menciona la presencia de una corriente inmediata a la costa de Cabo Corrientes que se intensifica en superficie, con una velocidad de hasta 46 cm s^{-1} , alcanzando 700 m de profundidad. Más recientemente confirma este flujo costero entre Cabo Corrientes y el Golfo de Tehuantepec, donde se menciona que este flujo con dirección hacia el polo tiene un ancho de entre 90 y 180 km; se encuentra a una profundidad de entre 250 y 400 m, presenta una velocidad de entre 0.15 y 0.3 ms^{-1} , y un transporte de entre 2.5 y 4 Sv.

Las corrientes oceánicas y de litoral asociadas al viento remueven los sedimentos. La función principal de las corrientes litorales y oceánicas, es la de orientación de los depósitos de sedimentos en franjas paralelas al litoral, junto con el acarreo de los mismos a distancias a veces muy considerables mar adentro.

El litoral guerrerense se encuentra bajo el influjo de la corriente marina Norecuatorial, que aleja del Pacífico central las masas de agua acarreadas hasta la costa del sur de México por la contracorriente ecuatorial, ubicándose cerca de los límites del giro anticiclónico del Pacífico Norte (CIBNOR, 1995).

Hacia la porción norte de la Costa Grande el principal evento fisicoquímico natural está controlado por la emersión estacional (abril-mayo) de agua profunda de la Fosa de Petacalco, llevando consigo elementos químicos nutrientes para el fitoplancton (nitrógeno y fósforo) originando una amplia fertilización del área ubicada al norte del SA.

Fuera de la línea de costa, las corrientes corren entre el SE y el E en el invierno, y entre el NW y el WNW durante el resto del año, estimándose una anchura de 500 km. En el complejo Ixtapa-Zihuatanejo y zonas circundantes las corrientes pueden alcanzar velocidades de más de dos nudos, especialmente en mareas de sicigias, dichas corrientes son movidas por los vientos dominantes del oeste.

Régimen de Oleaje

Los procesos energéticos y sedimentarios que se llevan a cabo en el litoral guerrerense guardan estrecha relación con los regímenes hidrodinámicos y meteorológicos prevalecientes. El oleaje es el factor energético decisivo que controla la distribución de los sedimentos en el litoral, la plataforma continental, el talud continental y aún en las profundidades oceánicas. Las olas, junto con las mareas y las corrientes, redistribuyen los sedimentos y nutrientes depositados por los ríos y modulan la línea costera, formando playas, barreras y otros ambientes litorales.

Existen dos clases de olas que afectan a la costa de Guerrero; las olas de invierno producidas por disturbios ciclónicos en el Pacífico norte y olas de verano, formadas por ciclones del Pacífico Sur, por

lo que el ciclo de olas corresponde al sureste de octubre a marzo y al noreste de abril a septiembre. Además hay otras olas originadas en zonas de circulación atmosférica de alta presión, las producidas por los vientos costeros locales y las originadas por tormentas locales estacionales (Gutiérrez-Zavala & Cabrera-Mancilla, 2012).

Específicamente para la zona fuera de la bahía de Zihuatanejo presenta un oleaje de alta energía de carácter violento, de 12 a 18 segundos, remueve material de las playas, favoreciendo el transporte litoral. Las puntas y zonas rocosas son lavadas y disipan la energía del oleaje. En temporada de huracanes y tormentas tropicales se han observado periodos de 21 y 22 segundos. En su tránsito el huracán o tormenta genera oleaje que es radiado hacia la costa, este oleaje tiene direcciones predominantes del sector sur (sur-surueste, sur y sur-suroeste) y alturas que pueden llegar a los 4 m en aguas profundas (CONACY-SECTUR, 2012).

Normalmente la traslación de los huracanes es hacia el W, por lo que la zona de vientos máximos tiene componente hacia esta dirección, de esta manera, el oleaje que se radia es contrario a la dirección de máxima generación de oleaje (CONACY-SECTUR, 2012).

Mareas

La Marea es un fenómeno ocasionado por la atracción de los cuerpos celestes sobre la superficie líquida de la Tierra, que dan lugar a movimientos de grandes masas de agua. La mayor influencia producida es la debida al Sol y la Luna, siendo la más importante la generada por la Luna, debido a su cercanía, su acción es aproximadamente 2.18 veces la del Sol. Los efectos de las dos atracciones se suman en la oposición y en la conjunción, y se restan en las cuadraturas.

La información utilizada para éste proyecto fue la obtenida de las Tablas Numéricas de Predicción de Marea 2004 y 2005 de la Secretaría de Marina, debido a que se tiene el registro de mediciones proporcionados por un mareógrafo ubicado en las inmediaciones de la zona de estudio.

La Marea que se presenta en la Bahía de Zihuatanejo, sitio más cercano de donde se tienen registros a partir de una estación mareográfica, es de tipo Mixta Semidiurna, es decir, que la mayoría del tiempo se presentan dos Pleamares y dos Bajamares en un periodo de 24 horas, y en ciertos días de cada mes, se presentan un Pleamar y una Bajamar.

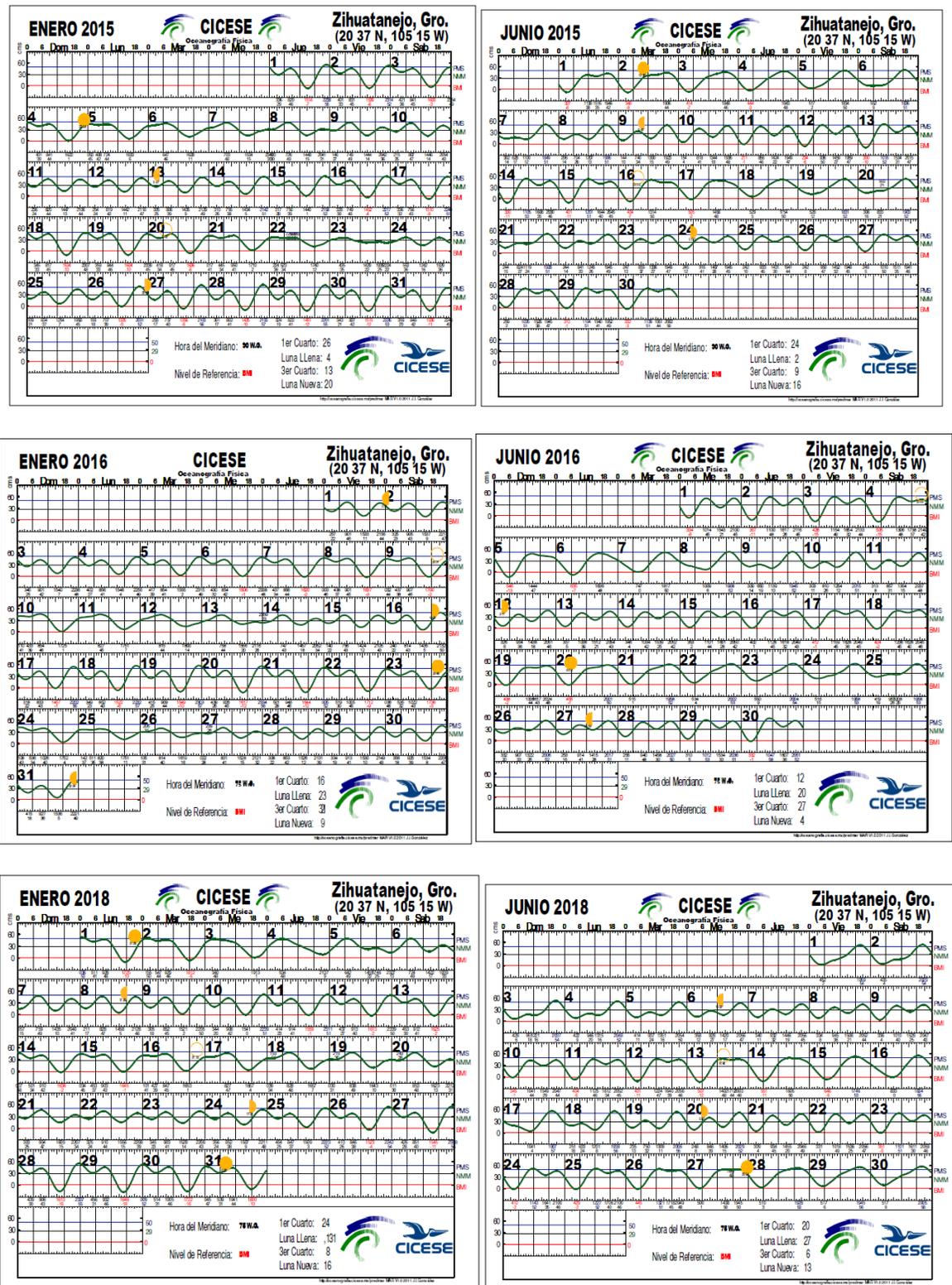


Figura 4.8. Marea registrada en el SA para los años del 2015 al 2017 en dos diferentes épocas del año.

En Bahía de Zihuatanejo el establecimiento de Puerto es de 8 horas con 50 minutos; la amplitud media de mareas es de 0.51 metros, mientras que la marea sicigia es de 0.6 m. Datos similares se reportan para otros sitios cercanos como el caso de Isla Grande y de Bahía Petatlán. La marea es considerada de tipo mixta semidiurna. En los cuadrantes lunares (menguantes y crecientes) el comportamiento es diurno unos días antes y después de dichas fases.

Sedimentología

En general en la Plataforma Continental de Guerrero se observa un alto porcentaje de arena dentro del estrato somero, depositados hasta los 50 metros en la mayoría de la costa. Sedimentos de grano fino, fimo y arcilla yacen a profundidades mayores de 50 metros y hasta los 100 y 120 metros, en una banda interrumpida por mezcla de granos más grandes. En general, a partir de los 60 metros de profundidad el contenido de arena no es considerable, a excepción del área de Punta Maldonado, donde la Plataforma se extiende ampliamente formando un abanico de tipo deltaico, con alto porcentaje de arena hasta los 80 metros de profundidad, donde decrecen bruscamente hasta predominar sedimentos finos en la parte externa de la plataforma.

En la porción norte del SA, donde se ubica el sitio propuesto para el proyecto los sedimentos varían desde arenas gruesas (25%) a finas (25%), predominando las de tamaño (50%), lo cual indica un ambiente con oleaje de energía muy cambiante. Estos sedimentos están compuestos por arenas feldespáticas provenientes de la erosión de las zonas rocosas graníticas que conforman el área (CONACY-SECTUR, 2012). El peso volumétrico natural máximo es de 2.07 Ton/m³ y mínimo de 1.60 Ton/m³. La resistencia a la penetración oscila entre 0.43 a 0.17 kg/cm², mientras que la cohesión varía de un valor máximo de 0.22 a 0.09 kg/cm².

Estos resultados indican que el área propuesta para la colocación de los arrecifes presenta valores de resistencia adecuados para el proyecto, es decir, este valor de resistencia es suficiente para evitar el hundimiento de las estructuras en el material del fondo.

Propiedades fisicoquímicas del agua

Transparencia

No se han encontrado reportes correspondientes a este parámetro; sin embargo, se ha referido que la característica circulación de la humedad entre la sierra y la costa es uno de los mayores determinantes del clima en el valle aluvial de la costa de Guerrero, que a su vez controla la composición y la cantidad de los depósitos que arriban a la zona litoral donde se instalarán los Arrecifes Artificiales, provocando que los ambientes que se forman dentro de las planicies deltaicas de las numerosas corrientes sean favorables a la producción y preservación de materia orgánica; de tal modo que en estas áreas es común una alta bioturbidez, en particular para la zona marina en el área de influencia de la desembocadura de los principales ríos, donde la pluma de bioturbidez se distribuye con dirección

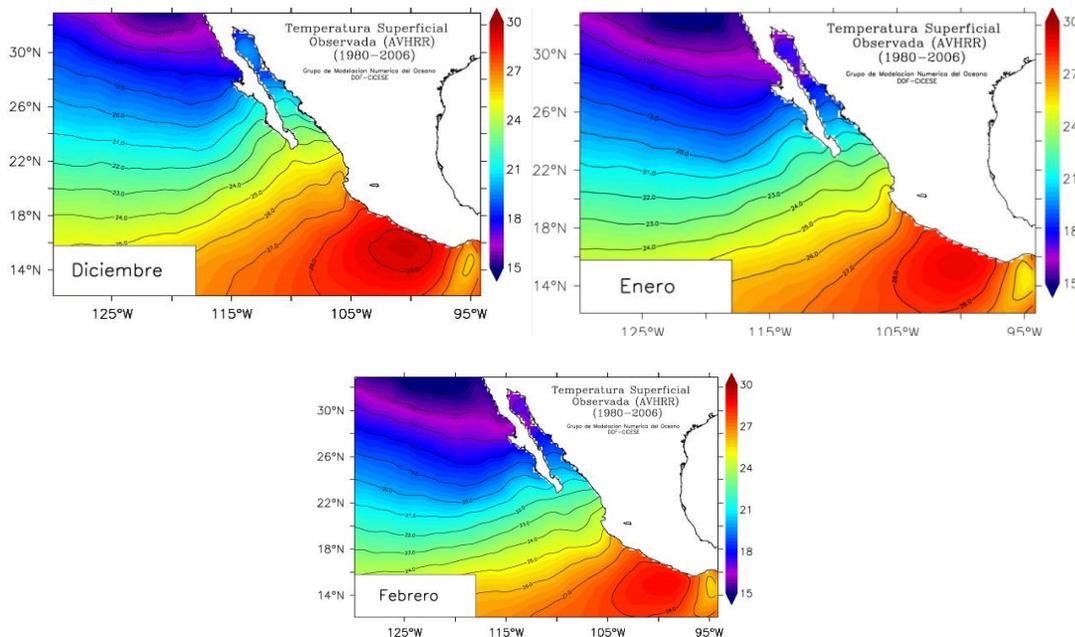
hacia el Norte de la costa. Por lo anterior, debido a que el sitio propuesto para el proyecto se ubica a más de 15 km hacia el sur del delta del río Las Lajas, el cual es el más cercano entre las corrientes importantes de la región, la construcción del arrecife artificial no se verá afectada por la turbidez derivada de la alta carga de sedimentos provenientes de este río o de algún otro.

Temperatura

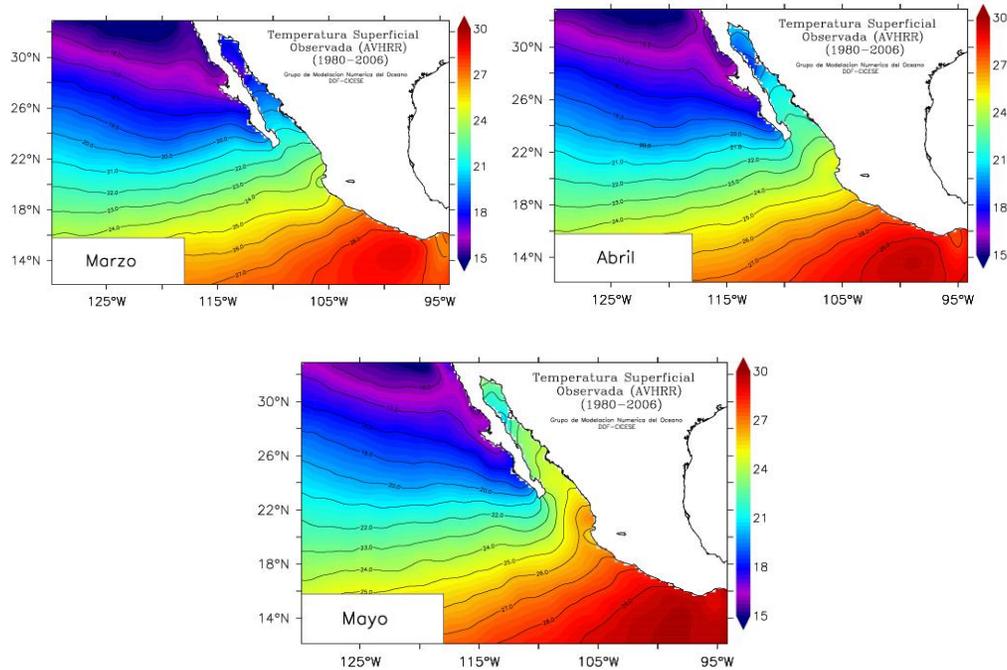
Para el SA no se encontraron datos consistentes que permitan establecer claramente el comportamiento térmico tanto vertical como horizontal de las masas de agua.

Un referente aproximado en el trabajo de Gaxiola et al. (2010) en el que incluyen un análisis de la temperatura superficial del océano pacífico mexicano en el periodo de 1980 al 2006. En este publican imágenes que reflejan los promedios climatológicos mensuales de observaciones de la temperatura superficial del mar (TSM) provenientes del AVHRR.

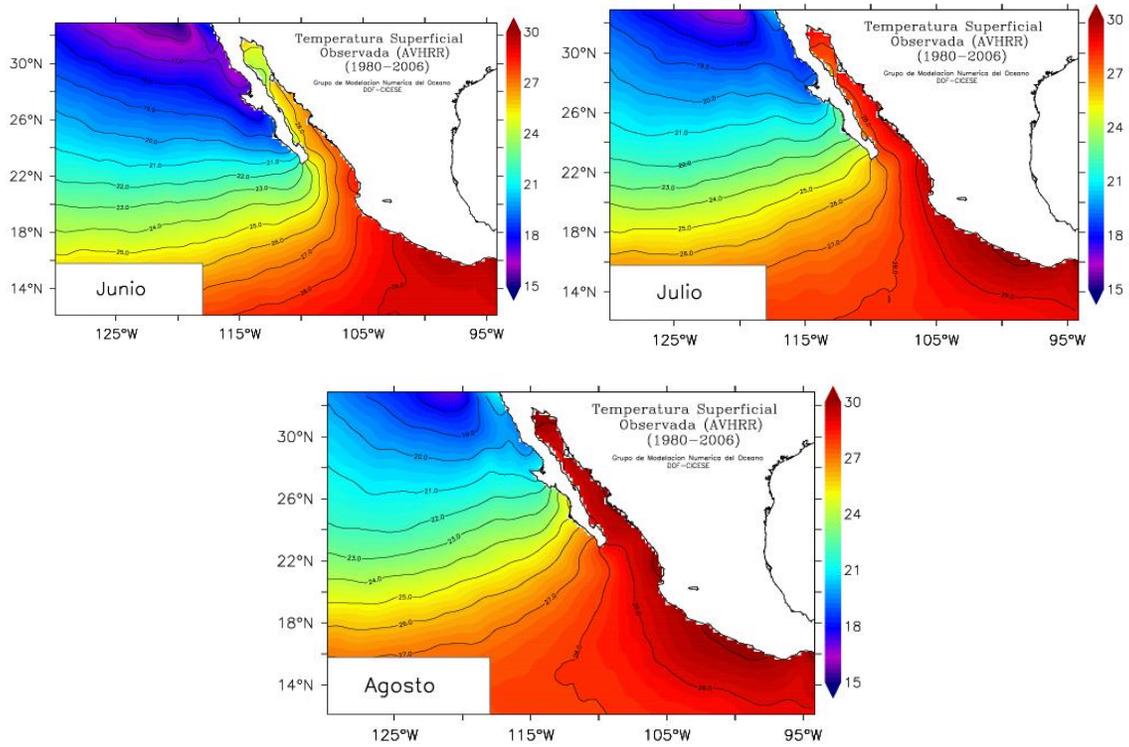
Durante diciembre, enero y febrero se observó que la TSM Para la zona entre Cabo Corrientes y el Golfo de Tehuantepec la TSM varió de 26 a 29°C, siendo esta última la correspondiente a las costas de Guerrero, donde se ubica la zona de estudio.



En el siguiente trimestre del año se observó que en esta misma zona, sobre todo en el mes de abril aparece una zona con temperatura mayor a 28.5°C, la cual es conocida como la "alberca de agua cálida del Pacífico Tropical Oriental".



En junio, julio y agosto se observó un importante aumento en la TSM para toda la región del Pacífico Mexicano. La alberca de agua cálida se desplazó hacia el norte alcanzando el Golfo de California. En gran parte de las costas de la región del Pacífico Mexicano la TSM fue mayor a 28.5°C, excepto frente a las costas de Baja California.



En los meses de septiembre, octubre y noviembre se observó un ligero descenso en la TSM en toda la región. La isoterma de 28.5°C comenzó a desplazarse hacia el sur hasta 18°N y disminuyó la TSM en el Golfo de California.

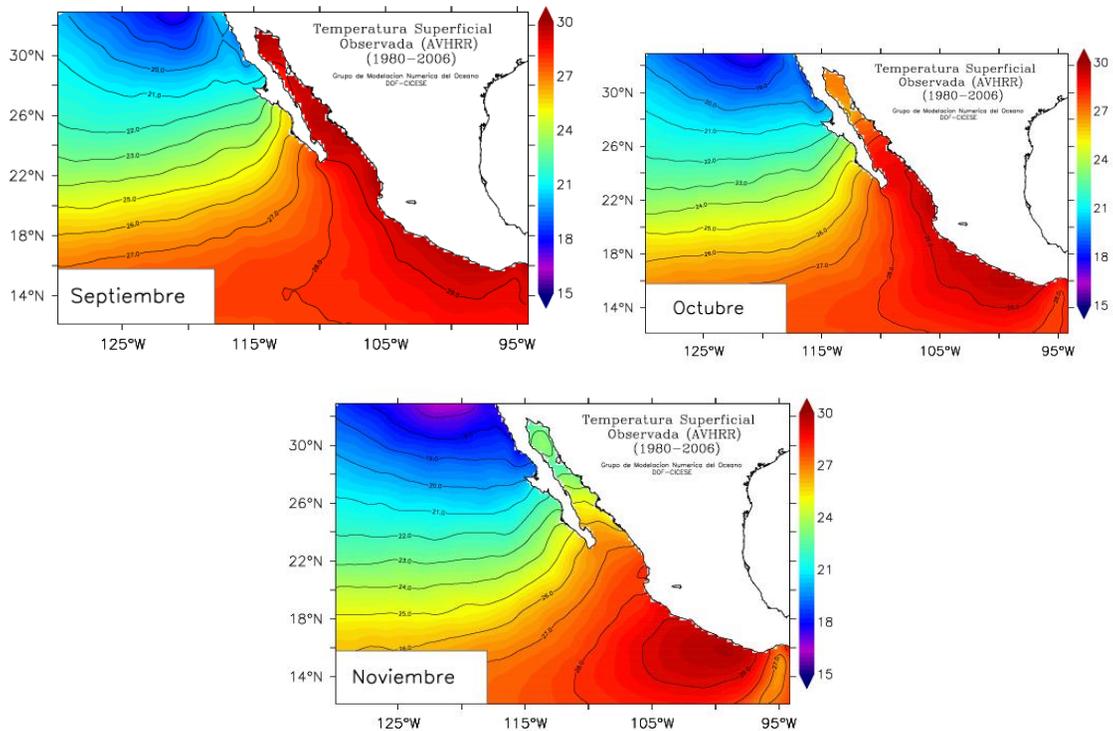


Figura 4.9. Temperatura del agua en diferentes meses del año en el Pacífico Mexicano.

De acuerdo con estos autores en la costa guerrerense existe una aparente homogeneidad temporal de la temperatura del agua a lo largo del año, sin embargo, Gutiérrez-Zavala & Cabrera-Mancilla (2012), mencionan que para el caso de la zona de Costa Grande, hay una intromisión de agua proveniente de la corriente de California, lo que provoca una baja de temperatura en la época de estiaje, de noviembre a mediados de mayo. Posteriormente, a partir de junio, se da un cambio y se eleva la temperatura en la época de lluvias por efecto de la entrada de agua cálida de tipo tropical proveniente de la Corriente Costera de Costa Rica, que provoca que la temperatura de la zona costera se iguale con la oceánica, tal como se muestra en la siguiente figura.

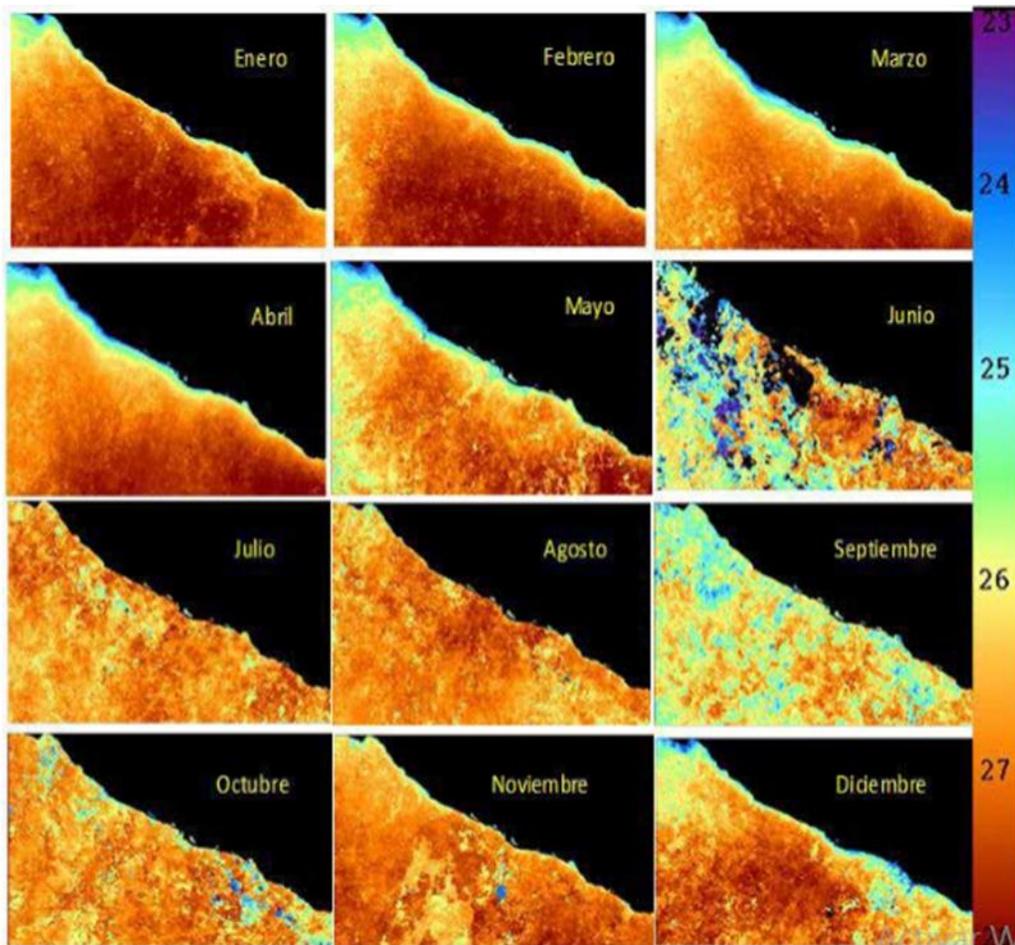


Figura 4.10. Imágenes satelitales de la temperatura superficial del mar del estado de Guerrero. (Tomado de Gutiérrez-Zavala & Cabrera-Mancilla, 2012).

Factores Químicos

Oxígeno Disuelto

Aunque no se localizaron datos particulares para el litoral Guerreroense, de acuerdo a Amezcua (1996) quien realizó 6 cruces oceanográficos en estas costas, entre Guerrero y Michoacán, el comportamiento del oxígeno disuelto es suficiente para el desarrollo de la vida acuática, con valores de 4.5 ml/l cercanos a la saturación en la capa superficial de entre 20 y 37 m de espesor; a partir de esta profundidad disminuye gradualmente, hasta encontrar una capa de mínimo oxígeno a aproximadamente 100 m con un valor de 2.4 ml/l.

Salinidad

A partir de los resultados obtenidos en la campaña oceanográfica Procomex II realizado por el CICESE en mayo del 2001, se observa que este parámetro se conserva relativamente homogéneo en una franja de 16 km a partir de la línea de costa, con valores que fluctúan alrededor de las 34 O/oo, por lo que se consideran sin variación para efectos de la calidad del agua como soporte para la vida acuática marina, ya que la totalidad de los organismos marinos son tolerantes a esta variación tan pequeña.

Cuadro 4.3. Salinidad con relación a la costa en el SA.

	Distancia Aproximada a la Costa (Km)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Salinidad (ppm)	34.22	34.68	34.70	34.71	34.70	34.69	34.68	34.66

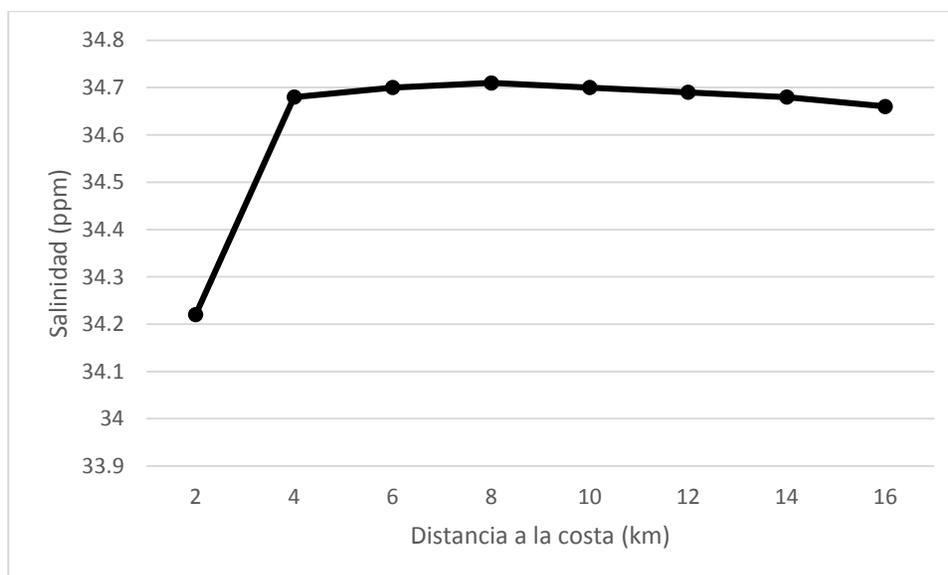


Figura 4.11. Perfil de salinidad con respecto a la línea de costa dentro del SA.

Nutrientes

Nitratos

En términos generales a lo largo de la zona comprendida entre el Puerto de Acapulco, Gro., y la parte Sur de la Península de Baja California, los nitratos presentan un valor mínimo en la zona eufótica y alcanzan su máximo en la capa de mínimo oxígeno de 0.3 a 40.0 ug-át/l. (Sec. Mar. 1978., en Ceballos 1988).

Nitritos

En general se detectan valores desde 0.05 hasta 0.60 ug-át/l; a partir del Puerto de Acapulco, Gro., los valores captados a profundidades de 50 m forman una lengüeta de 0.40 ugát/ l, con valores de 0.10 ug-át/l en la parte periferia; hacia el puerto de Mazatlán, Sin., las concentraciones descienden hasta 0.05 ug-át/l y después de los 800 m de profundidad los valores prácticamente permanecen estables (Sec. Mar., 1978).

Amonio

Se registran valores entre 1.5 ug-át/l y 8.00 ug-át/l hacia el Golfo de California. En tanto que hacia el Puerto de Manzanillo, Col., se han localizado concentraciones promedio de 5.26 ug-át/l, disminuyendo hacia el poblado de Cuyutlán, Col. (Sec. Mar. 1986., en Ceballos 1988).

Fosfatos

En los niveles superficiales los valores oscilan entre 0.10 y 0.50 ug-át/l, Maruata muestra un aumento de 1 ug-át/l, después de los 100 m de profundidad las concentraciones se elevan sobre todo frente a las costas de Guerrero (Sec. Mar., 1978).

4.2.2. Aspectos bióticos

Clorofila-a

La clorofila es ampliamente utilizada como referencia de la productividad del fitoplancton y por consiguiente permite caracterizar regiones según su grado de riqueza biológica.

Existen pocos trabajos realizados en la zona de estudio para determinar la producción de clorofila-a, uno de ellos es el realizado por Lara y Bazán en 1999 en donde determinaron que para el Pacífico Mexicano desde Baja California hasta el Golfo de Tehuantepec, la concentración de clorofila-a

integrada a través de la zona eufótica tuvo una variación en un rango de entre 16.8 y 95.6 mg/m², mientras que la producción primaria integrada diaria tuvo un rango de 0.16 a 1.15 gC/m²/día, siendo las contribuciones por tamaño de fitoplancton las siguientes: Nanofitoplancton (< 20 µm) presentó la mayor contribución a la clorofila y producción primaria (60–100%), el microfitoplancton (>20 µm) tuvo una contribución significativa sólo en dos estaciones de la región sur (30% y 44%), mientras que la contribución por las clases de tamaño intermedias dentro del nanofitoplancton (< 20 µm a > 10 µm; < 10 µm a > 3 µm). Y el picoplancton (< 3 µm a > 0.45 µm) fue variable.

Estos autores concluyeron que la producción primaria y el contenido de clorofila-a mostraron un patrón de distribución espacial, incrementándose de las estaciones del norte hacia el sur, por lo que la costa guerrerense se colocaría precisamente en la media de estos valores.

Por su parte, Gaxiola et al. (2010), en un estudio sobre la caracterización oceanográfica de los mares mexicanos encontraron que la distribución del promedio de largo periodo de la clorofila del fitoplancton se observaron altos valores (>2.0 mg m⁻³) en la zona costera en todo el margen continental de México, llegando en algunas regiones a concentraciones tan altas como 5.0 mg m⁻³. Estas altas concentraciones formaron una delgada franja del orden de algunas decenas de kilómetros en las zonas contiguas al continente, con alta riqueza en cuanto a biomasa del fitoplancton también llamada zona eutrófica. Conforme aumentó la distancia con la costa, se presentó una región intermedia entre la franja inmediatamente contigua al continente o zona costera y la parte oceánica, caracterizada con valores de clorofila entre 0.5 a 1.0 mg m⁻³. Mientras que a medida que se aleja de la costa las concentraciones de clorofila tienden a ser bajas, con valores menores a 0.2 mg m⁻³ que son característicos de las zonas oceánicas con baja productividad biológica también llamadas zonas oligotróficas. De esta manera se pudo observar que en toda la región oceánica del Pacífico Oriental frente a México, así como en el Golfo de México y el Mar Caribe la concentración de clorofila del fitoplancton presentó valores promedios bajos (≤ 0.2 mg m⁻³), definiendo una amplia región de los mares mexicanos bajo condiciones oligotróficas. Las regiones con valores intermedios (0.5 a 1.0 mg m⁻³) o mesotróficas que más destacaron fueron el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec.

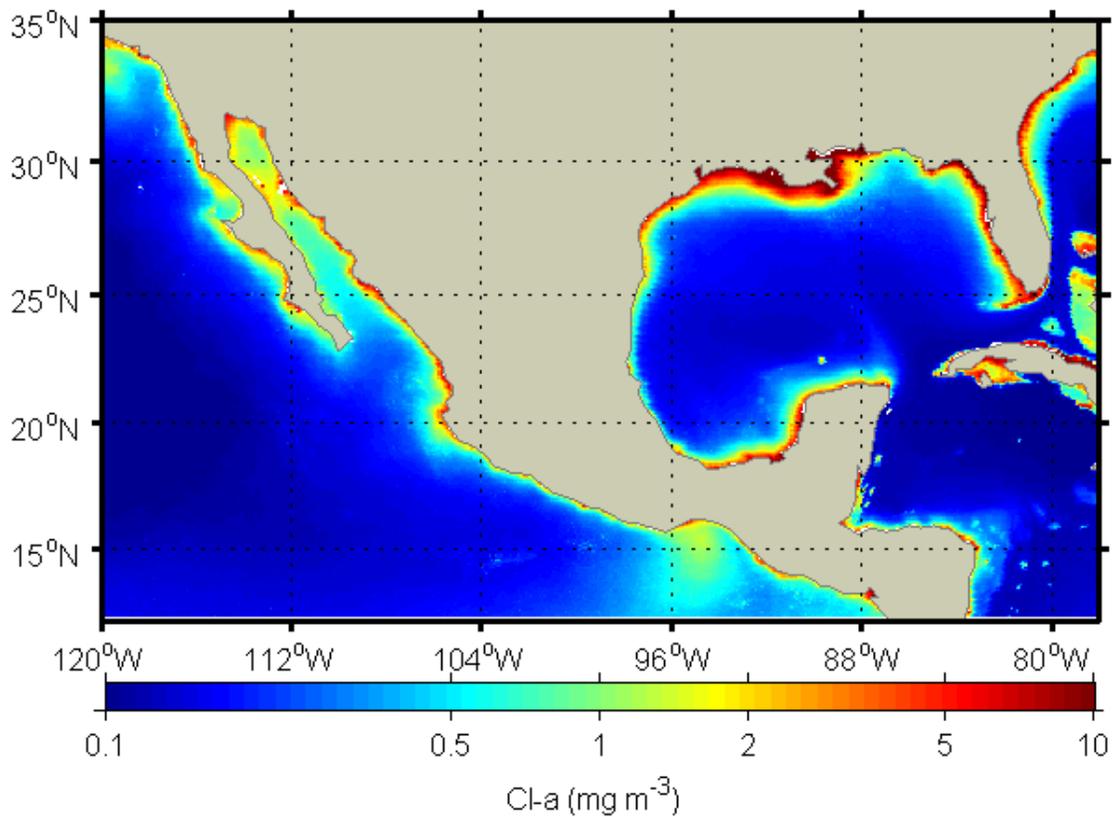


Figura 4.12. Concentración de la clorofila en el Pacífico Mexicano.

De este análisis se concluye que en la zona donde se ubica el SA se mantienen condiciones de mesotróficas a oligotróficas la mayor parte del año, excepto en el periodo entre marzo y mayo, durante el cual se pueden alcanzar concentraciones que superan los 3 mg/m³ en las zonas más próximas a la costas, quizá por el efecto de la entrada de agua proveniente de la corriente de California.

Vegetación acuática

La vegetación marina es la fuente de energía de quien depende la productividad primaria del ecosistema. Comúnmente en los ambientes marinos ésta fracción del ecosistema se compone de macroalgas, el microfitorbentos y las comunidades fitoplanctónicas. En el SA este componente del ecosistema ha sido poco estudiado, los escasos referentes bibliográficos se enfocan principalmente al fitoplancton.

Plancton

A pesar de que en el estudio del plancton marino en México se ha hecho un mayor esfuerzo en aguas del Océano Pacífico, son pocos los trabajos que han dado seguimiento a la determinación de la comunidad planctónica en el área de influencia del proyecto o cerca de ella.

Sus inicios se remontan al trabajo de Martínez-Guerrero (1977), quien al estudiar el zooplancton de cinco lagunas costeras del Estado de Guerrero, reporta una predominancia de copépodos, leptostraceos y larvas de decápodos en la Laguna El Potosí, el cuerpo de agua mar cercano con el que interactúa el mar en el área de estudio. El autor menciona que la productividad de estos cuerpos de agua en general es baja y está directamente influenciada por el tiempo que permanecen comunicadas con el mar.

En la figura 4.13 se presentan los resultados encontrados en el área en mención, destacando la presencia de otros grupos importantes, como es el caso de los foraminíferos en el holoplancton; larvas de poliquetos, gasterópodos, lamelibranquios, cirrípedos, decápodos, insectos, peces y nauplios en el meroplancton; así como nematodos, ácaros y ostrácodos en el bentos.

GRUPOS	Laguna de Apozahualco	Laguna de Chautengo	Laguna de Mitla	Laguna de Nuxco	Laguna de Potosí
HOLOPLANCTON					
1. Protozoa		A	A		
2. Foraminifera	A B	A B C		A B C	A B
3. Tintinnida					C
4. Hydrozoa		A B		B	
5. Siphonophora	A		A		
6. Rotifera			B C		
7. Cladocera	B	B		B	
8. Copepoda	A B	A B C	A B C	A B C	A B
9. Leptostraca					B
10. Mysidacea		A			
11. Sergestidae		B			
12. Thaliacea				B	
13. Larvacea	B			B	
14. Chaetognatha	A	A B C			
MEROPLANCTON					
1. Polychaeta (larvas)	A B	A B C		A B C	A B
2. Gasteropoda (larvas)	A B	A B C	A B C	A B C	B
3. Lamellibranchiata (larvas)	A B	A B C	A	A B C	B
4. Cirripedia (larvas)	B	A B C	A C	A B C	A B
5. Decapoda (larvas)	B	A B C	A B C	A B C	A B
6. Insecta (larvas)	B	A B C	B C	B C	B
7. Phoronidae (larvas)		A			
8. Bryozoa (larvas)	B			B	
9. Brachiopoda (larvas)	B				
10. Pisces (huevos)		A B C	B	A B	
11. Pisces (larvas)	A B	A B C	A B C	A B	B
12. Nauplii (larvas)	B	A B C	B C	B C	A B
BENTOS PRESENTE EN LA MUESTRA					
1. Nematoda	A B	A	B C	A B C	B
2. Oligochaeta			C		
3. Acari	B	A C	A B C	B C	A B
4. Ostracoda	A B	A B C	A B C	A C	A B
5. Isopoda		B C		A B C	
6. Amphipoda	B	A B		C	
NECTON PRESENTE EN LA MUESTRA					
1. Pisces (larvas mayores de 1 cm)		A B	A B C		
2. Decapoda (larvas mayores de 1 cm)	B			B C	
TOTAL DE GRUPOS ENCON- TRADOS EN EL PLANCTON	8 14	16 15 12	8 8 10	9 16 10	6 11

Figura 4.13. Grupos del zooplancton registrados en el SA.

A este elenco se suman las 5 especies del género *Ornithocercus* (Dinophysiales: Dinophyta), registradas por Hernández et al. El 2007, en la zona que abarcan las localidades de Ixtapa, Zihuatanejo y Barra del Potosí. Estas especies son: *Ornithocercus magnificus*, *Ornithocercus thumii*, *Ornithocercus quadratus*, *Ornithocercus steini*, *Ornithocercus galea*, referidas como de distribución amplia en todo el pacífico mexicano, a excepción de esta última, la cual restringe su presencia exclusivamente a la porción tropical de ésta área, localizándose la mayor riqueza en las costas de Guerrero y Oaxaca.

En 2009 Valdovinos-Jacobo et al. encontraron para la zona Norte de Costa Grande (delta del Balsas) 44 géneros de fitoplancton y 13 de macroplancton incluyendo copépodos, braquiópodos, ostracodos, parásitos y otros; los grupos más representativos fueron: Bacillariophyceae con 30 géneros, seguido del Macrozooplancton con 13, Dinophyceae con 8, Cyanobacteriaceae con 3, Chrysophyceae con 3 y Chlorophyceae con 1.

En términos de la abundancia, se observan 2 picos de manera general; el primero en febrero-marzo y el segundo en junio-julio, los géneros más abundantes fueron *Skeletonema sp.*, en enero, febrero y noviembre; *Chaetoceros sp.* en marzo y agosto; *Melosira sp.* en abril y diciembre; *Ceratium sp.* en mayo; *Prorocentrum sp.* en junio-julio; *Talassiosira sp.* en septiembre y *Gymnodinium sp.* en octubre.

Así mismo, en esta referencia debe considerarse la presencia de 4 especies de dinoflagelados tóxicos en la costa grande de guerrero registrados por Gárate-Lizárraga en 2010: *Polykrikos sp.*, *Cochlodinium polykrikoides* *Pyrodinium bahamense var. Compressum* y *Gymnodinium catenatum*, en su estudio sobre el florecimiento de dinoflagelados y toxicidad en moluscos en la costa grande. Estas dos últimas especies tuvieron presencia en el SA, con cantidades superiores a las 12 células por litro en algunos casos.

Macroalgas

Los antecedentes ficológicos del SA se remontan al estudio de Salcedo et al. (1988), quienes realizaron un inventario de las macroalgas y los macroinvertebrados bénticos en cinco áreas de litoral y sublitoral rocoso de esta microrregión, encontrando 66 especies de macroalgas que pertenecen a las divisiones Chlorophycophyta, Phaeophycophyta y Rhodophycophyta. De este total, la mayor proporción de especies corresponde a Rhodophycophyta con 62%(41 especies), seguida por Chlorophycophyta con 22%(15 especies) y finalmente Phaeophycophyta con el 15% restante (10 especies).

Un análisis de afinidad florística basado en la composición de macroalgas bentónicas efectuado por Stout y Dreckmann (1993), permitió detectar similitudes entre la región de Zihuatanejo y sitios geográficamente lejanos, como por ejemplo Chamela Jalisco (27%), el golfo de Tehuantepec y el Faro de Bucerías (22.5%), explicada por la presencia de importantes surgencias marinas en estos sitios más afines florísticamente hablando, lo que permite sospechar que esta fracción de la costa grande es un área de afinidad templada en lo que a su flora algal se refiere. Cabe destacar que Toledo y

Bozada (2002) refieren la presencia estacional de éste fenómeno de surgencia en el SA, durante los meses de abril y mayo, especialmente en el área circundante a la Fosa de Petacalco, por lo que se infiere que al menos la porción norte del SA tiene un elenco florístico de macroalgas similar al reportado por Stout y Dreckmann (1993) para otras localidades de la Costa del pacífico.

De las especies registradas para las localidades referidas por Stout y Dreckmann (1993), seis especies referidas como amplia distribución están presentes en el SA: *Ulva lactuca*, *Padina durvillae*, *Chnoospora minima*, *Hypnea spinella*, *Centroceras clavulatum* y *Champia parula*.

Más recientemente, Rodríguez et al. (2010) estudiaron las macroalgas marinas en 22 localidades de la Región de Zihuatanejo, incluyendo las áreas con sustrato rocoso circundantes al sitio propuesto para el proyecto, como lo son los Morros y Barra del Potosí, inventariando en total a 189 especies, de las cuales 131 corresponden a la División Rhodophyta, 24 a la División Ochrophyta (Phaeophyceae) y 34 a la División Chlorophyta, incluyendo 6 Clases, 24 Ordenes, 41 Familias y 76 Géneros.

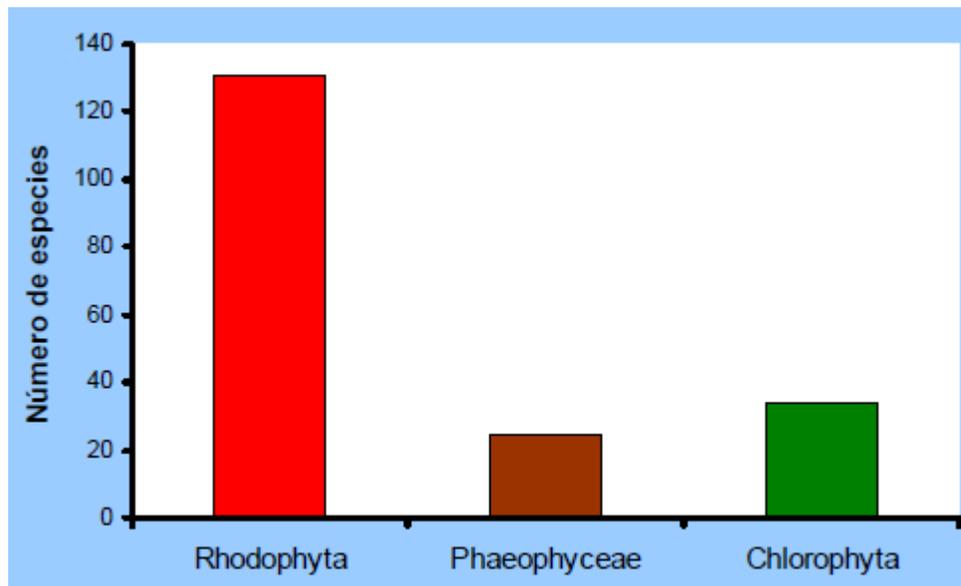


Figura 4.14. Riqueza ficológica de la región de Zihuatanejo Guerrero. Tomado de Rodríguez et al. (2010).

A la fecha de acuerdo con Rodríguez y Ramos (2017) el elenco de especies de macroalgas registradas por diferentes autores en la región de Zihuatanejo incluye las siguientes: *Caulerpa sertularioides*, *Amphiroa beauvoisii* (alga roja), *Cladophora microcladioides* (alga verde), *Hypnea pannosa*, *Ceramium paniculatum*, *Ceramium flaccidum*, *Caulerpa peltata*, *Amphiroa misakiensis*, *Polysiphonia flaccidissima*, *Champia parvula*, *Bryopsis pennata*, *Herposiphonia plumula*, *Dictyopteris delicatula*, *Halimeda discoidea*, *Derbesia marina* (alga verde), *Boodleopsis verticillata*, *Herposiphonia tenella*, *Hypnea spinella*, *Dictyota dichotoma* (alga parda), *Enteromorpha flexuosa* (alga verde), *Herposiphonia littoralis*, *Gelidiopsis tenuis*, *Polysiphonia confusa*, *Amphiroa dimorpha*, *Ulva californica*, *Amphiroa valonioides*, *Erythrotrichia carnea*, *Ceramium vagans*, *Gelidium mcnabbianum*, *Chlorodesmis hildebrandtii*, *Veleroa subulata*, *Padina caulescens*, *Fosliella paschalis*, *Sargassum liebmannii*, *Jania mexicana*, *Amphiroa mexicana*, *Padina durvillei* (alga

parda), *Jania capillacea*, *Fosliella farinosa*, *Amphiroa brevianiceps*, *Amphiroa taylorii*, *Wurdemannia miniata*, *Polysiphonia sphaerocarpa*, *Struvea anastomosans*, *Polyphysa parvula*, *Sphacelaria furcigera*, *Peyssonnelia rubra*, *Ralfsia hancockii*, *Jania tenella*, *Bryopsis pennatula*, *Grateloupia versicolor*, *Amphiroa rigida*, *Laurencia clarionensis* (alga roja), *Pterocladia caloglossoides*, *Lobophora variegata*, *Polysiphonia subtilissima*, *Gelidium pusillum*, *Ceramium mazatlanense*, *Ceramium serpens*, *Gelidiella stichidiospora*, *Polysiphonia simplex* (alga roja), *Gelidiella hancockii*, *Pterocladia mcabbiana*, *Padina gymnospora*, *Gelidium sclerophyllum*, *Ceramium sinicola*, *Ralfsia expansa*, *Polysiphonia mollis* (alga roja), *Chondria decipiens*, *Ceramium hamatispinum*, *Gymnothamnion elegans*, *Gracilaria veleroae*, *Codium isabelae*, *Jania decussato-dichotoma*, *Padina mexicana*, *Hypnea johnstonii*, *Amplisiphonia pacifica*, *Pterocladia caloglossoides*, *Hypnea cervicornis*, *Fosliella minuta*, *Polysiphonia hendryi*, *Padina crispata*, *Chaetomorpha media*, *Enteromorpha tubulosa*, *Jania pumila*, *Gracilaria crispata*, *Jania rubens*, *Centroceras clavulatum*, *Dermonema frappieri*, *Chnoospora minima*, *Padina vickersiae*, *Laurencia voragina*, *Enteromorpha compressa* (alga verde), *Laurencia filiformis*, *Ectocarpus breviarticulatus*, *Chondria repens*, *Dasya sinicola*, *Chaetomorpha antennina*, *Dictyota crenulata*, *Cladophora verticillata*, *Sargassum howellii*, *Goniotrichum alsidii*, *Dictyota divaricata*, *Ralfsia occidentalis*, *Codium conjunctum*, *Padina concrescens*, *Chondria californica* (alga roja), *Erythrocladia subintegra*, *Gracilaria vivesii*, *Codium simulans*, *Dictyota vivesii*, *Ulva lactuca* (alga verde), *Caulerpa racemosa*, *Codium picturatum*, *Callithamnion soccoriense*, *Ceramium affine*, *Gracilaria pachydermatica*, *Haloplegma mexicanum*, *Zanardinula abbreviata*, *Ceramium equisetoides*, *Gymnogongrus johnstonii*, *Crouania attenuata*, *Tayloriella dictyurus*, *Lophosiphonia reptabunda*, *Polysiphonia scopulorum* (alga roja), *Codium setchellii*, *Lithophyllum hancockii*, *Jania subpinnata*, *Rhizoclonium riparium* (alga verde), *Cladophora sericea* (alga verde), *Sphacelaria rigidula*, *Ceramium zacaе*, *Chnoospora pacifica*, *Codium cervicorne*, *Bryopsis galapagensis*, *Amphiroa crosslandii*, *Gracilaria cervicornis*, *Amphiroa peninsularis*, *Cladophora expansa*, *Cladophoropsis robusta*, *Grateloupia howei*, *Amphiroa annulata*, *Laurencia intricata*, *Ceramium masonii*, *Laurencia hancockii*, *Lithophyllum imitans*, *Cladophora prolifera*, *Halimeda tuna*, *Griffithsia tenuis*, *Derbesia vaucheriaeformis*, *Hildenbrandia prototypus*, *Lithophyllum australe*, *Gymnogongrus crustiformis*, *Herposiphonia secunda*, *Pleonosporium globuliferum*, *Dilophus pinnatus*, *Antithamnionella sublittoralis*, *Polysiphonia nathanielii*, *Ralfsia pacifica*, *Taenioma perpusillum*, *Chaetomorpha aerea*, *Bryocladia dictyurus*, *Cladophora crystallina*, *Polysiphonia homoia*, *Galaxaura cylindrica*, *Amphiroa drouetii*, *Dasya pedicellata*, *Gracilaria confervoides*, *Amphiroa subcylindrica*, *Ceramium clarionense*, *Falkenbergia hillebrandii*, *Gelidium galapagense*, *Codium cuneatum* (alga verde), *Alsidium pusillum*, *Ceramium fimbriatum*, *Dermonema virens*, *Antithamnionella breviramosa*.

En cuanto al tipo de sustrato donde se presentan las especies de algas, la gran mayoría son afines a sustrato rocoso, por lo que la distribución espacial de las comunidades de macroalgas se restringe a los lugares donde, como lo menciona Lugo Hubp (1990) en su estudio del relieve Mexicano, las laderas de las montañas que conforman el litoral se proyectan hacia el fondo oceánico, creando condiciones

de sustrato duro rocoso, propicio para el establecimiento de este tipo de organismos. En el resto de la superficie las macroalgas están prácticamente ausentes.

Para el sitio específico donde se proyecta la construcción de los arrecifes no se obtuvo referencia bibliográfica precisa de la diversidad ficológica, por lo que fue necesario llevar a cabo una inspección submarina usando equipo de buceo libre para explorar las características de este componente del ecosistema. Esta exploración constató la ausencia de especies de macroalgas en el sustrato bentónico, lo que se explica por el tipo de sustrato prevaleciente en el área, el cual, como se mencionó anteriormente es de tipo arenoso, compuesto mayormente por arenas gruesas a medias poco consolidadas, lo que impide el establecimiento de la mayoría de los organismos bentónicos, entre ellos las algas, ya que estas no tienen la capacidad para establecerse en fondos blandos.

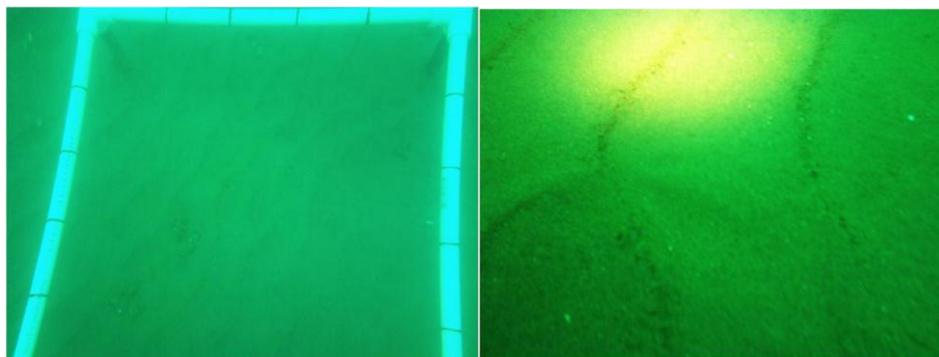


Figura 4.15. Aspecto general del lecho marino en el sitio propuesto para los arrecifes. Nótese la ausencia de macroalgas marinas o cualquier forma de vida macroscópica.

Esta ausencia de organismos bentónicos también se explica por el uso excesivo de redes de arrastre durante las actividades de pesca de barcos camaroneros. Referencias de sitios indican que ésta técnica de pesca deja amplias áreas con sustrato arenoso desprovistas de vida bentónica y en consecuencia expuestas al efecto erosivo del movimiento del agua. Es precisamente en éstas áreas donde se proyecta el hundimiento de arrecifes artificiales como medida de inducción del proceso de restauración de ellas.

Necton y fauna béntica

La comunidad de peces demersales de la costa de Guerrero, de acuerdo con Coronado y Amezcua (1988) consta de 141 especies, agrupadas en 101 géneros y 46 familias. Las especies más abundantes son: *Rynobatos glaucostigma*, *Urotrygon chilensis*, *Synodus scituliceps*, *Diplectrum macropoma*, *Syacium ovale*, *Cyclopsetta querna*, *Sphoeroides annulatus*, *Eucinostomus gracilis* y *Pomadasys leuciqsus*. Estas especies dominantes constituyen un recurso potencialmente aprovechable en la medida que se generase información para el conocimiento integral de su dinámica y su papel ecológico dentro de la comunidad demersal. En términos de la biomasa de estas especies

la mayor proporción se localiza en la parte cercana a la costa, estableciéndose un gradiente que decrece con la profundidad, con valores que pueden superar las 900 toneladas.

De las especies que componen la ictiofauna de la costa guerrerense, en total 114 especies son aprovechadas como recursos pesqueros mediante embarcaciones que operan a escala ribereña entre los 6 y 40 m de profundidad. Esto incluye las distintas especies de tiburones y rayas, así como el Dorado, El Marlin y El Pez Vela, considerados como especies de captura incidental (Gutierrez y Cabrera, 2012).

Si bien los recursos pesqueros marinos incluyen moluscos y algunos crustáceos, es la denominada escama marina la que representa el volumen mayor de captura. En el SA ésta fracción de la pesca incluye diversas especies de peces, entre los que destacan el huachinango (*Lutjanus peru*), el cual representa el 54% del volumen de la escama capturada, seguido por el cocinero (*Caranx caballus*), el flamenco (*L. guttatus*), el ronco (*Microlepidotus brevipinnis*), la sierra (*scomberomorus sierra*), correlón (*C. caninus*), blanco (*Haemulon flaviguttatum*), pargo (*L. jordani*) y corvina (*Umbrina xanti*).

Dentro del SA Juárez y Álvarez 1992 registraron en total 38 especies de peces habitantes de las zonas rocosas, esta son: *Gymthorax mordax*, *Gymnothorax castaneus*, *Muraena lentiginosa*, *Fistularia comersonii*, *Scorpaena plumieri mystes*, *Epinephelus lambriformes*, *Anisotremus taeniatus*, *Haemulon macalicauda*, *Chaetodon humeralis*, *Johnrandallia nigrirostris*, *Pomacanthus zonipectus*, *Stegastes rectifraenum*, *Stegastes flavilatus*, *Nexilaius concolor*, *Microspathodon dorsalis*, *Stegastes redemptus*, *Cirrhitus rivulatus*, *Pseudojulis notospilus*, *Novaculichthystaeniourus*, *Helichoeres nicholsi*, *Ophioblennius steindachneri*, *Hypsoblennius brevipinnis*, *Microgobius tabogensis*, *Gillichthys seta*, *Prionurus punctatus*, *Zanclus cornutus*, *Arcos rhodospilus*, *Arcos erythroptus*, *Pseudobalistes naufragium*, *Balisyes polilepis*, *Melichthys niger*, *Cantherhines durmerlii*, *Sphoeroides lobatus*, *Canthigaster punctalissima* y *Ostracion meleagris*. Del total de especies registradas *Abudefduf troschelii* y *Thalassoma lucasanum* fueron las más abundantes.

De manera específica, en el sitio propuesto para el proyecto, por su condición fundamentalmente arenosa no se registró la presencia de organismos correspondientes a estos grupos taxonómicos, sin embargo, con base en la experiencia de proyectos similares en otras zonas del Estado, con la colocación de los arrecifes artificiales se proyecta una inmediata colonización del sitio por parte de estos y otros grupos de organismos.

Invertebrados

Dentro del SA este componente del ecosistema en el ambiente bentónico está integrado por alrededor de 400 especies de Porifera, Cnidaria, Rhynchocoela, Mollusca, Annelida, Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Ectoprocta, Echinodermata y Chordata (Ascidiacea), de la cuales, los mejor representados en las localidades en general son: Mollusca con 38.72 %, Cnidaria con 14.58, Arthropoda con 10.7 %, y Chordata con 10.7 %.

Echinodermata con 7.29 y Annelida con 5.24 % (Salcedo et al., 1988). Un listado de las especies registradas por estos autores se proporciona a continuación:

Porifera: *Geodia mesotriena*, *Clinna vermifera*, *Axinella reticulata*, *Mycale microsigmatosa*, *Zygomiale parishii*, *Myxilla rosácea*, *Tedania nigrescens*, *Haplosclerida indeterminada*, *Haliclona sp.*, *Callispongia sp.*, *Hyatella intestinalis*, *Hexadella purpurea*, *Aplysina fulva*, *Aplysina lendelfeldi*.

Cnidaria: *Rimeria gracilis*, *Eudendrium sp.*, *Tabularia multitentaculata*, *Campanularia circula*, *Campanularia everta*, *Campanularia exigua*, *Campanularia fusiformis*, *Campanularia integra*, *Campanularia lineata*, *Campanularia rigida*, *Campanularia ritteri*, *Campanularia urceolata*, *Campanularia verticilata*, *Campanularia volubilis*, *Clytia attenuata*, *Clytia johnsoni*, *Gonothyrrea clarki*, *Obelia microteca*, *Halecium articulatum*, *Halecium beani*, *Halecium kofoidi*, *Halecium sp.*, *Filellum serpens*, *Lafoea dumosa*, *Sertularella halecina*, *Sertularella hesperia*, *Sertularia desmoides*, *Setularia furcata*, *Setularia ampullacea*, *Setularia similis*, *Thularia coci*, *Aglaophenia diegensis*, *Antenella avalonia*, *Monostaechas quadridens*, *Halicornaria producta*, *Plumularia Alicia*, *Plumularia achinulata*, *Lophogorgia aequatorialis*, *Lophogorgia alba*, *Lophogorgia cuspidata*, *Lophogorgia rigida*, *Lophogorgia sp.*, *Pacifigorgia adamsii*, *Pacifigorgia agassizzi*, *Pacifigorgia florum*, *Pacifigorgia irene*, *Pacifigorgia media*, *Pacifigorgia pulchra exilis*, *Psamogorgia teres*, *Eugorgia multiflora*, *Muricea fungifera*, *Muricea squarrosa*, *Muricea sp.*, *Bunodactylis mexicana*, *Pocillipora lacera*, *Pocillipora robusta*, *Pavona gigantea*, *Porites californica*, *Porites sp.*, *Astrangia browni*, *Oulangia bradleyi*, *Tubastrea tenuilamellosa*, *Zoanthus danae*, *Palythoa ignota*.

Rhynchocoela: *Baseodiscus mexicanum*.

Mollusca: *Arca mutabilis*, *Barbatia gradata*, *Barbatia rostrata*, *Barbatia reveeana*, *Andara Formosa*, *Andara sp.*, *Arcopsis solida*, *Glycymeris multicostata*, *Brachidontes semilaevis*, *Septifer zeteki*, *Lithophaga spatiosa*, *Lithophaga aristata*, *Lithophaga calyculata*, *Modiolus capax*, *Modiolus pseudotulipus*, *Pinna rugosa*, *Pteria sterna*, *Pinctada mazatlanica*, *Isognomon ianus*, *Crassostrea iridescens*, *Lyropecten subnodosus*, *Lima pacifica*, *Cardita affinis*, *Cardita crassicostata*, *Chama echinata*, *Chamma frondosa*, *Chamma mexicana*, *Chamma squamuligera*, *Chamma venosa*, *trachycardium senticosum*, *Pitar berryi*, *Megapitaria squallida*, *Chione subimbricata*, *Tellina sp.*, *Cumingia lamellosa*, *Entodesna inflatum*, *Thracia curta*, *Diodora inaequalis*, *Fissurella decemcostata*, *Fissurella nigrocincta*, *Fissurella rubropicta*, *Fissurella virascens*, *Ancistromesus mexicanus*, *Collisella arata*, *Collisella mitella*, *Collisella pediculus*, *Collisella sp.*, *Scurria mesoleuca*, *Calliostoma aequisculptum*, *Tegula globulus*, *Tegula ligulata mariamadre*, *Tegula sp.*, *Turbo mazatlanicus*, *Astrea unguis*, *Nerita scabricosta*, *Nerita funiculata*, *Littorina aspera*, *Rossoina expansa*, *Rossoina stricta*, *Vermicularia pellucida ebúrnea*, *Caecum sp.*, *Fartulum sp.*, *Petalocochus flavescens*, *Petalocochus macrophragma*, *Trimsyca centiquadra*, *Serpulorbis margatitaceus*, *Ceritium maculosum*, *Pianaxis obsoletus*, *Hipponix gravanus*, *Hipponix panamensis*, *Hipponix pilosus*, *Caliptraca mamillaris*, *Caliptraea subreflexa*, *Caliptraea spirata*, *Crepidula aculeata*, *Crepidula excavata*, *lessoni*, *Crepidula nummaria*, *Crepidula ónix*, *Crepidatella dorsata*, *Crepidatella lingulata*, *Crucibulum cycloplum*, *Crucibulum scutellatum*, *Crucibulum soinosum*, *Crucibulum umbrella*, *Crucibulum concameratum*,

Crucibulum pectinatum, *Natica* sp., *Trivia pacifica*, *Trivia sanguinea*, *Erato scabrioscula*, *Cypraea albucinoso*, *Cypraea arabicula*, *Sinnia acqulis*, *Jenneria pustulata*, *Malea ringens*, *Morum tuberculoso*, *Cymatium vestitum*, *Burse caelata*, *Hexaplex regius*, *Homalocantha oxicantha*, *Muricarthus nigratus*, *Muricarthus princeps*, *Muricopsis zeleki*, *Pterythothus pinniger*, *Aspella pyramidalis*, *Phyllocoma scallariformis*, *Pteropurpura* sp., *Vitularia salebrosa*, *Pterotyphis fayae*, *Quoyula madreporarum*, *Thais speciosa*, *Thais triangularis*, *Thais biserialis*, *Thais melones*, *Purpura pansa*, *Naorapana muricata*, *Chaetopleura urida*, *Callistoplax retusa*, *Octopus* sp.

Annelida: *Phyllochaetopterus limicolus*, *Cirratulus* sp., *Anaitides madeirensis*, *Leptonereis laevis*, *Neanthes succinea*, *Eunice afra*, *Eunice antennata*, *Eunice loncicirrata*, *Euice rubra*, *Dorvillaea articulata*, *Sireblosoma longifilis*, *Megalomma quadriocellatum*, *Sabella meganostigma*, *Pomatostegus stellatus*.

Arthropoda: *Balanus tintinnabulum peninsularis*, *Squilla* sp., *Pseudosquillaopsis marmorata*, *Caprella equilibra*, *Caprella angusta*, *Mesanthura* sp., *Alpheus* sp., *Synalpheus* sp, *Pontonia margarita*, *Aniculus elegans*, *Cacipus californiensis*, *Dardanus sinistripes*, *Paguristes* sp., *Trizopagurus magrificus*, *Pylopagurus* sp., *Orthochela pumila*, *Petrolisthes adwardsii*, *Petrolisthes glasselli*, *Petrolisthes polymithus*, *Petrolisthes maergiratus*, *Petrolisthes armatus*, *Petrolisthes gracilis*, *Petrolisthes tonsorius*, *Petrolisthes crenulatus*, *Petrolisthes lewisi austrinus*, *Petrolisthes hians*, *Pachycheles calcosus*, *Pachycheles biocellatus*, *Pachycheles spinidactylus*, *Pachycheles panamensis*, *Minyocereus kirki*, *Porcelana conchisocialis*, *Pisidia magdalenensis*, *Megalobrachium festai*, *Megalobrachium tuberculipes*, *Megalobrachium sinuimanus*, *Geograpsus lividus*, *Panopeus* sp., *Xantodeus hebes*, *Pilomnus cowsendii*, *Daira americana*, *Paraxanthias taylori*, *Heteractea lunata*, *Trapezia ferruginea*, *Stenorynchus debilis*, *Pelia tumida*.

Bryozoa: *Membranipora membranacea*, *Membranipora tuberculata*, *Artropora tinctoria*, *Alcerina smitti*, *Talamophorella californica*, *Talamophorella gotica*, *Scrupocellaria californica*, *Bugula californica*, *Bugula neritina*, *Sessibugula translucens*, *Membraniporella* sp., *Smittina* sp., *Hippopocinella adpressa*, *Lagenipora mexicana*, *Lichenopora novazelandiae*, *Amathia distans*, *Zoobotryon verticillatum*.

Ectoprocta: *Barentsia gracilis*.

Echinodermata: *Nidorellia armata*, *Oreaster occidentalis*, *Phataria unifascialis*, *Mithrodia bradleyi*, *Ophionereis annulata*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocoma alexandri*, *Ophiactis savignyi*, *Ophiactis simplex*, *Ophiothrix spiculata*, *Ophiothrix rudis*, *Amphipholis squamata*, *Hesperocidaridasteriscus*, *Diadema mexicanum*, *Toxopneustes roseus*, *Echinometra van brunti*, *Cucumaria californica*, *Cucumaria lubrica*, *Pentamera chierchiai*, *Pentamera chiloensis aff*, *Thyone parafusus*, *Neothyone gibber*, *Neothyone gibbosa*, *Anaperus peruviana*, *Euthyonidium ovulum*, *Thyonepsolus beebi*, *Isostichopus fuscus*, *Microthele difficilis*, *Brandothuria impatiens*, *Ludwigothuria kefersteini*, *Selenkothuria lubrica*, *Jaegerothuria inhabilis*.

Chordata: *Didemnum* sp., *Rhopalea* sp., *Ascidia* sp., *Plycarpa* sp.

De manera particular en la región de Barra de Potosí, Flores (2004) registró 18 especies de moluscos que en orden de importancia por su contribución, con base en el índice de valor biológico son: *N. scarcriCosta*, *Ch. articulatus*, *P. obsoletus*, *M. triangularis*, *T. fascicularis*, *P. pansa*, *M. ocellata*, *N. funiculata*, *C. palliopunctatus*, *C. echinata*, *C. fuscata*, *B. semilaevis*, *C. articulatus*, *M. triangularis*, *T. filosa*, *N. aspera*, *I. janus* y *Chama echinata*.

En las zonas donde se proyecta la colocación de los arrecifes, al efectuar el muestreo de campo para este trabajo mediante videotranssectos con el apoyo de un robot submarino, conforme a la técnica descrita por Vogth (1995), no se logró el registro de organismos marinos, lo que refleja la escases de estas especies en el área.

Reptiles

Dentro de las especies marinas de reptiles, en el SA se han registrado tres de las ocho especies de tortugas marinas que existen en el mundo: la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivácea*) y la tortuga negra (*Chelonia mydas* o *Chelonia agassizii*). Estas arriban a las diferentes playas del SA durante la temporada de anidación, entre los meses de julio y marzo.

Por lo general la arribazón de estas especies en el SA es poco abundante excepto en sitios como Playa Piedra Tlacoyunque, que ha sido establecida como santuario de estas especies y Área Natural Protegida a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Excepto la tortuga golfina, todas las especies de tortugas marinas que arriban a playas mexicanas son consideradas en la categoría de "En Peligro de Extinción" por la La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) por sus siglas en inglés, (IUCN, 2000). La IUCN define como especie en peligro de extinción a aquella cuya supervivencia es poco probable si los factores causales continúan operando, e incluye especies cuyos números han sido drásticamente reducidos. La Convención en Comercio Internacional en Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES) por sus siglas en inglés, enlista a todas las tortugas marinas en el "Apéndice I", en el cual se encuentran las especies más susceptibles a la extinción y que por lo tanto no pueden ser comercializadas, desde o hacia países signatarios de la convención (CITES, 2004).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las 7 especies de tortugas marinas presentes en México: la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la lora (*Lepidochelys kempii*), la laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga prieta (*Chelonia agassizii*), la tortuga verde o blanca (*Chelonia mydas*), la carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga amarilla o caguama (*Caretta caretta*) se encuentran en la categoría de "En Peligro de Extinción". La NOM-059-SEMARNAT-2010, define como especie en Peligro de Extinción a aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (esta categoría

coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN). Como medida de manejo en México se decretó la "Protección de Zona de Anidación y Desove" (DOF 8 de enero de 1986), la veda total para las especies y subespecies de tortugas marinas y la prohibición de posesión o consumo de huevo, carne o piel (DOF 31 de mayo 1990).

4.2.3. Medio socioeconómico

El municipio de Zihuatanejo de Azueta , está ubicado geográficamente al Sur entre los paralelos 17°33' y 18°05' de latitud norte; los meridianos 101°15' y 101°44' de longitud oeste; a una altitud entre 0 y 540 msnm. Tiene como cabecera municipal a Zihuatanejo; Colinda al norte con los municipios de La Unión de Isidoro Montes de Oca, Coahuayutla de José María Izazaga y Coyuca de Catalán; al este con los municipios de Coyuca de Catalán y Petatlán; al sur con el municipio de Petatlán y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca. Se ubica a 240 kilómetros de distancia de la ciudad de Acapulco, sobre la carretera federal Acapulco-Ciudad Lázaro Cárdenas, Michoacán. Cuenta con una extensión territorial de 1472.668 Km² representa el 3.01% del territorio total del estado y cuenta con una densidad poblacional de 80.27 Habitantes/Km².

Población

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 118,211 habitantes de los cuales 58,314 son hombres y 59,897 mujeres, representando el 3.5 % con relación al estado, mientras la cabecera municipal comprende 67,408 habitantes 57.0% de la población municipal (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Tendencia de crecimiento poblacional en Zihuatanejo de Azueta y su cabecera municipal.

Año	Población total en el municipio	Hombres	Mujeres	Población total en la cabecera municipal	Hombres	Mujeres
1990	63,336	31,731	31,635	37,328	18,570	18,758
1995	87,161	43,520	43,641	54,537	27,094	27,443
2000	95,548	47,380	48,168	56,853	28,068	28,790
2005	104,609	51,578	53,031	62,376	30,515	31,861
2010	118,211	58,314	59,897	67,408	32,895	34,513

FUENTE: INEGI. Censos de Población y Vivienda para los años de referencia.

Zihuatanejo de Azueta representa el 3.5% de la población total estado; el 57.0% de la población se concentra en la cabecera municipal, el 37.4% reside en 18 localidades que están entre los 500 y 9,999 habitantes y el 4.7% se establece en 183 localidades dispersas menores de 249 habitantes. La constante tendencia de crecimiento en los últimos cincuenta años en el municipio y la cabecera municipal se demuestra desde 1960 con sólo 1,619 habitantes, para 1980 alcanzó los 6,887 triplicando su cifra, para 1990 se incrementó a 37,328 (Cuadro 4.5). Este incremento de la población puede ser resultado de las inversiones en turismo, en agricultura y ganadería.

Cuadro 4.5. Población total del área Zihuatanejo en el periodo 1990 – 2010.

Año	Población total en la cabecera municipal	Hombres	Mujeres
1990	37,328	18,570	18,758
1995	54,537	27,094	27,443
2000	56,853	28,068	28,790
2005	62,376	30,515	31,861
2010	67,408	32,895	34,513

FUENTE: INEGI. Censos de Población y Vivienda para los años de referencia.

Migración

En cuanto a la emigración en el 2005, salieron de Guerrero 107,724 personas para radicar en otra entidad, principalmente en los estados de Morelos, México, Baja California sur, Distrito Federal y Michoacán. Su inmigración interna hasta 2010, es de 53,193 personas llegaron a vivir a Guerrero, procedentes del resto de las entidades del país, como son el vecino estado de Michoacán, Distrito Federal entre otros, ocupando así el lugar número 23 a nivel nacional en cuanto a inmigración se refiere.

Zihuatanejo constituye un eje nodal del subsistema alrededor del cual se encuentran una serie de poblados menores entre los que sobresale Ixtapa Zihuatanejo y San José Ixtapa (Barrio Viejo). El poblamiento de este subsistema es relativamente reciente y es derivado esencialmente de inmigrantes atraídos por el polo de la industria turística principalmente y de campesinos-pescadores provenientes de Michoacán, Baja California, México o regiones del interior de la costa guerrerense.

En cuanto a los indicadores de migración a nivel intermunicipal se tiene un equilibrio (CONAPO, 1995-2000), debido principalmente a las fuentes de trabajo generadas localmente y factores internos que han favorecido su economía; su índice de intensidad migratoria es de 0.15072 (CONAPO, 2002).

Para los años 2005 y el año 2010 arribaron desde otra entidad al estado de Guerrero el 8.96% de la población, mientras que a nivel municipal 27% de la población es nacida en otra entidad federativa, cifra que se reduce al 3.2% a nivel de la cabecera municipal.

Densidad Demográfica

En el estado de Guerrero, la densidad de población es de 56 habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km²) ocupa el 12° lugar en el país (INEGI, 2015) y es menor que la densidad nacional. A escala local el 57.0% de la población del municipio se concentra en la cabecera municipal, el 37.4% reside en 18 localidades que están entre los 500 y 9,999 habitantes y el 4.7% se establece en 183 localidades dispersas menores de 249 habitantes según el Censo de Población y vivienda 2010. De acuerdo con esta misma referencia, en el municipio las localidades de mayor concentración de población son Zihuatanejo con 57.02%, Ixtapa con 7.61%, San José Ixtapa 7.36; El Coacoyul 5.79%; Pantla 3.31% y vallecitos de Zaragoza con 1.69% (cuadro 4.6.)

Cuadro 4.6. Principales localidades del municipio de Zihuatanejo de Azueta

Nombre	Población 2010	Población 2005	Crecimiento %	Porcentaje Municipal
<u>Zihuatanejo</u>	67,408	62,376	8.06%	57.02%
<u>Ixtapa</u>	8,992	6,406	40.36%	7.61%
<u>San José Ixtapa</u>	8,698	4,375	98.81%	7.36%
<u>El Coacoyul</u>	6,850	3,443	98.95%	5.79%
<u>Pantla</u>	3,917	3,806	2.91%	3.31%
<u>Vallecitos de Zaragoza</u>	2,000	1,668	19.90%	1.69%

Total Municipio	118,211	104,609	13.00%	100%
-----------------	---------	---------	--------	------

FUENTE: INEGI Censo de población y vivienda, 2010.

Por otro lado la población indígena en el municipio de Zihuatanejo de Azueta no se tiene oficialmente cuantificada, sin embargo, se estima un número aproximado de 1,922 habitantes que representan el 1.8 % de la población total del municipio, compuesta por cuatro grupos étnicos, emigrados de diversas regiones de la entidad: náhuatl, mixteco, tlapanecos y amuzgos. La mayoría de los hombres se desarrolla en el ramo de la construcción y las mujeres en las actividades del hogar, mientras que otra parte de esta población se dedica a la producción y venta artesanal.

Estructura de la población por edad

Si clasificamos a la población por grandes grupos de edad, tenemos que para los tres niveles de organización político-territorial el grupo de 15 a 64 años es el más dominante (Cuadro 4.7) Zihuatanejo de Azueta se encuentra por encima del promedio Estatal y Municipal en esta variable.

Cuadro 4.7. Distribución de la población por grandes grupos de edad en 2010.

	Población Total	0 - 14	15-64	65 y más
México	112,336,538	32,515,796	71,484,423	6,938,913
Guerrero	3,388 768	1,124,584	2,010,149	234,427
Zihuatanejo de Azueta	118,211	35,101	77,722	4,823
Zihuatanejo	67,408			

FUENTE: INEGI. Guerrero, XIII Censo General de Población y Vivienda 2010; Tabulados Básicos.

Niveles de Alfabetización

A nivel nacional, la población de 15 años y más tiene 9.2 grados de escolaridad en promedio, lo que significa un poco más de la secundaria concluida. En Guerrero, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 7.8, lo que equivale a poco más del primer año de secundaria, encontrándose arriba de Oaxaca y Chiapas. De esta manera, por cada 100 personas de 15 años y más el 13.2% no tienen ningún grado de escolaridad; el 54.0% tienen la educación básica terminada; el 19.6% finalizaron la educación media superior, el 12.9% concluyeron la educación superior y el 0.3% no especificado (INEGI, 2010).

En el municipio de Zihuatanejo de Azueta y en su cabecera municipal respectivamente el 41.50% y 38.57% de su población de 15 años y más tiene educación básica incompleta, es decir, saben leer y escribir, mientras que la población analfabeta en este mismo rango de edad es de 7.66% y 5.99% para el municipio y la cabecera municipal, respectivamente (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Población analfabeta.

Indicador en %	México	Guerrero	Zihuatanejo de Azueta	Zihuatanejo
Población de 15 años o más analfabeta.	6.88	16.68	7.66	5.99
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.	4.77	6.49	5.16	4.79
Población de 15 años y más con educación básica incompleta.	41.11	53.75	41.50	38.57

FUENTE: INEGI. Guerrero, XII Censo General de Población y Vivienda 2010; Resultados por Localidad.

Como se aprecia en el (Cuadro 4.8), en la cabecera municipal los índices de analfabetismo en adultos son más bajos que en el municipio y el estado, con un valor de 5.99%. La combinación de los resultados de los cuadros es sintomática: aunque se tiene una condición educativa de los adultos relativamente buena, en los niños no lo es, lo cual señala un fuerte deterioro de la condición social, o bien, una posible inmigración de niños desde las zonas más pobres del interior del estado.

Grado de estudios

Otra de las características educativas de la población es el promedio del grado escolar (Cuadro 4.9); en el estado el 7.42% no tiene ningún grado de escolaridad, mientras que en Zihuatanejo esta cifra asciende a 9.94%, que implica que el tener diversas fuentes de empleo en el municipio no garantiza una mejor preparación educativa ya que la población tiende a abandonar la escuela generar ingresos mediante un empleo.

Cuadro 4.9. Promedio de escolaridad en el área de estudio.

Entidad	Sin ningún grado de escolaridad	Educación básica terminada	Con educación media superior terminada
Guerrero	7.42	7.46	7.38
Zihuatanejo de Azueta	8.45	8.74	8.17
Zihuatanejo	9.94	10.32	9.59

FUENTE: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010;

Desarrollo Urbano

El desarrollo urbano de Zihuatanejo es muy particular, desde el punto de vista demográfico y de los servicios proporcionados se considera una localidad urbana en su totalidad, sin embargo, en la perspectiva de la base económica se reconocen rasgos urbanos como un extenso proletariado que influye sobre el desarrollo y características de la localidad. Como consecuencia de su ubicación su estructura urbana queda contenida por rasgos del medio físico natural, no obstante, en la medida que el crecimiento del área urbana se incrementa, el efecto de contención también lo hace. Por lo tanto se considera que debe evaluarse esta condición en un escenario de mayor crecimiento, en el cual, las características del sitio y sus límites de crecimiento se conviertan en un factor básico de estructuración urbana. Además Zihuatanejo cuenta con un área central, la localidad tiene una mayor consolidación de constante crecimiento pues combina sus usos comerciales y de servicios de alta jerarquía como hoteles, atractivos turísticos, cines, tiendas de abarrotes, papelerías, farmacia, mini-súper, tienda de artesanías, zapatería, lavandería, talleres mecánicos, refaccionarias, lotes de autos usados, mueblería, ferreterías y venta de materiales de construcción, con la vivienda más consolidada de la localidad.

Tendencias de Crecimiento

Según proyecciones del CONAPO, el crecimiento de la población en el municipio se mantendrá en ascenso los próximos 15 años, lo que representará una demanda de servicios e infraestructura, en el marco de la coordinación de los tres niveles de gobierno, que permita optimizar los recursos humanos y materiales para la consecución de las metas de corto y largo plazo. El 73.77% de la población (87,207) se encuentra focalizada en 8 de las localidades más importantes, a menudo captando población de comunidades aledañas, con mayores rezagos y menos actividad económica que les permita satisfacer sus necesidades básicas. La tendencia de crecimiento de la localidad no se

manifiesta en cuanto a las dimensiones de la mancha urbana actual sino a la consolidación de las viviendas.

Vivienda

En el 2015, en Guerrero se registraron 894 621 viviendas particulares, de las cuales 55.0% disponen de agua entubada dentro de la vivienda, 97.3% cuentan con energía eléctrica y 60.2% de los ocupantes de las viviendas disponen de drenaje conectado a la red pública. Los hogares están conformados por personas que pueden ser o no familiares, que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común. El **33%** de los hogares tienen jefatura femenina, es decir, son dirigidos por una mujer (**293 086 hogares**), mientras que el **67%** restante tienen jefatura masculina (**602 071 hogares**) (INEGI 2015).

Zihuatanejo por su parte cuenta con 16,677 viviendas habitadas (cuadro 4.10) Este dato es de gran importancia desde el punto de vista de su capacidad de atracción turística, ya que cuenta con viviendas de segunda residencia, es decir, es un lugar atractivo para invertir en viviendas con fines recreativos; además se pueden distinguir básicamente tres tipos de viviendas, el primero que corresponde a la Zona Central, la más consolidada de la localidad y que se compone de viviendas en general en buen estado, construidas con concreto y ladrillo o block, con una altura variable en su tipología, en realidad debe interpretarse como fases de un proceso de autoproducción de viviendas con estilo, tienen una clara diferenciación espacial; como se explicó antes, las mejores viviendas que tienen la mayor consolidación tienden al área central mientras que aquéllas que se encuentran en las fases iniciales o que son refugios temporales tienden a ubicarse en la periferia. En la mayoría de los casos las viviendas tienen restricciones en todos sus lados, así como techos de doble agua, sin existir, una gama de colores o acabados dominante.

Cuadro 4.10. Número de viviendas habitadas a nivel estatal, municipal y local 2010.

	Total Viviendas Habitadas
Guerrero	894 621
Zihuatanejo de Azueta	32,603
Zihuatanejo	16,677

FUENTE: INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010; Resultados por Localidad.

Vialidad y Transporte

Zihuatanejo tiene comunicación por la carretera costera en el tramo Acapulco-Lázaro Cárdenas, que la conecta con el centro de la República Mexicana a través autopista Siglo XXI Morelia-Lázaro Cárdenas. Tiene un Boulevard Playero pavimentado, ubicado a 5 kilómetros de la zona urbana, con una extensión de 14 kilómetros. También cuenta con varias líneas de transporte foráneo y varias terminales. Por otra parte Zihuatanejo cuenta con los servicios de **autobuses** que ofrecen servicios de transporte privado o compartido que opera regularmente a diferentes hoteles dentro de la ciudad y hacia distintas localidades en el área. Cuenta con servicio de **taxis**, las compañías *Autotransporte de Zihuatanejo*, *Enlace Terrestre Aeroportuario*, *Transporte Turístico Aeropuerto de Zihuatanejo*, además del transporte público.

Transporte Aéreo

El aeropuerto se ubica a 6 km del centro de Zihuatanejo. Este Aeropuerto Internacional fue inaugurado en 1998 y brinda servicio a los principales destinos turísticos situados en esta región del Estado de Guerrero. Opera con vuelos domésticos e internacionales (regulares y estacionales), principalmente desde Estados Unidos y Canadá; más de 560,000 pasajeros lo transitaron en 2015.

Transporte Marítimo

Zihuatanejo fue un puerto de relativa importancia durante los primeros años de La Colonia. Destaca el viaje entre América y las Filipinas realizado en 1572 por la flota de Álvaro de Saavedra y Cerón. Este fue el segundo viaje marítimo que alcanzó las Filipinas que partió de América con embarcaciones manufacturadas en las costas de la nueva España.

Durante La Colonia, la Bahía de Zihuatanejo estuvo prácticamente deshabitada, sin embargo; en una de las playas de la bahía se embarcaban los cargamentos de maderas finas provenientes de Agua de Correa hacia distintas partes del mundo, razón por la cual se le conoce con el nombre de La Madera. En alguna ocasión un galeón proveniente de Filipinas naufragó frente a la bahía de Zihuatanejo y su cargamento de finas cedas orientales fue arrastrado por la marea hasta una de las playas que desde entonces recibe el nombre de Playa La Ropa. La Playa Las Gatas por su parte, debe su nombre a la abundancia de los tiburones gato (escualo inofensivo sin dientes y con bigote), que habitaba en las aguas cercanas.

Cultura

La cultura original de Zihuatanejo se ha ido perdiendo gradualmente. La naturaleza turística de la localidad y su desarrollo urbano han provocado una contraposición de culturas diversas a través de

los nuevos asentamientos humanos en zonas residenciales y no residenciales, que componen la mayoría poblacional provenientes de otros destinos con costumbres y culturas diferentes, así como la influencia de sus visitantes nacionales y extranjeros con gran impacto transcultural, expresando poco interés social y político por preservar sus tradiciones culturales y artísticas. El municipio cuenta con una Casa de la Cultura que coordina a nueve bibliotecas públicas, ubicadas estratégicamente en las zonas urbana y rural, sin que sean aprovechadas ante la falta de promoción y actualización bibliográfica; cuenta con el Museo Arqueológico de la Costa Grande, que también podría ser más promocionado turísticamente y de manera local; y con dos plazas cívicas para actividades recreativas. La ciudadanía demanda mayores espacios culturales para el desarrollo artístico, que vayan más allá de los que se manifiestan en las instituciones educativas, y que rompa con la monotonía que caracteriza la dinámica cultural recreativa en el municipio, poco diversa y carente de espacios. Es necesario densificar el área urbana actual en las distintas localidades que conforman el centro de población, para optimizar la ocupación de zonas actualmente subutilizadas en lo referente a su capacidad instalada de infraestructura, equipamiento y servicios públicos.

Festividades

La ciudad celebra un festival anual llamado "El Festival Anual Zihuatanejo Vela", que recauda fondos para la educación de los niños desfavorecidos en Zihuatanejo. El evento dura cinco días y se realiza en el mes de febrero con una participación de 100 barcos en promedio, algunos provenientes de Alaska; el evento incluye fiestas, conciertos, subastas, carreras de veleros y ferias callejeras.

El Festival Internacional de Guitarra de Zihuatanejo, se celebra en marzo, es un evento de una semana de duración, presenta un espectáculo infantil, así como espectáculos públicos gratuitos en la plaza principal. El Zihuatanejo Guitar Fest trae guitarristas de todo el mundo. Además se realiza también el "Carnaval de Carnavales" año con año en temporada de Semana Santa.

Zihuatanejo es considerada la ciudad más importante de la Costa Grande por que en ella existe, gran cantidad de abarroteras, ferreterías, zapaterías, fruterías, tiendas de ropa, casas de empeño, bancos, paqueterías, casas de cambio, cines, casino, boutiques, tiendas departamentales, tiendas de abarrotes, farmacias, hoteles y tiendas de todo tipo. Existe un Mercado Municipal Central en el centro de la ciudad, así como supermercados de prestigio entre los que se encuentran: Comercial Mexicana, Bodega aurera, Sam's Club, y Plazas comerciales.

Entre los servicios públicos que ofrece se encuentran:

- Telmex (Teléfono e Internet)
- Capaz (Comisión de agua potable)
- CFE (Luz eléctrica)
- Megacable (Televisión por Cable, Teléfono e Internet)
- SKY Y Dish (Televisión Satelital)

- Telefonía celular (Telcel, Unefon, AT&T y Movistar)
- Correos de México y Telecom/Telégrafos
- Policía y Tránsito Municipal
- INFONAVIT
- Central de Autobuses Estrella Blanca y Autovías
- Central de Autobuses Estrella de Oro
- Central de Autobuses Zinacantepec
- Central de Autotransportes de las dos costas (rutas Zihuatanejo-Petatlan, La Unión, Vallecitos de Zaragoza, entre otras)
- Aeropuerto Internacional de Ixtapa-Zihuatanejo
- Panteones Municipales
- Hospital de Medicina Familiar del IMSS
- Clínica-Hospital del ISSSTE
- Hospital General de la Secretaria de Salud Pública
- Centros de Salud
- Transporte público colectivo y Taxis
- Aerolíneas
- Agencias de Viajes
- Arrendadoras de Autos
- Radiodifusoras: Capital Máxima 95.3 FM, Estéreo Vida 90.5 FM, Ke Buena 101.9 y La Nueva 98.5 FM.

Educación

El municipio cuenta con centros educativos de preescolar, primaria, secundaria, preparatoria, técnica, profesional y capacitación para el trabajo en su modalidad oficial y particular.

En 2010, el municipio contaba con 93 escuelas preescolares (2.3% del total estatal), 123 primarias (2.5% del total) y 37 secundarias (2.1%). Además, el municipio contaba con nueve bachilleratos (3%), dos escuelas de profesional técnico (11.1%) y siete escuelas de formación para el trabajo (4%), (cuadro 4.11). El municipio también contaba con dos primarias indígenas (0.2%). En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 23.2% de la población, lo que significa que 27,779 individuos presentaron esta carencia social. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 8.3, frente al grado promedio de escolaridad de 7.3 en la entidad.

Cuadro 4.11. Servicios educativos.

Nivel	Observaciones
Jardín De Niños	Cuenta con 93 escuelas preescolares (2.3% del total son de carácter estatal), Existen maestros que atienden a las escuelas de carácter federal y estatal, un salón se utiliza como Biblioteca Carecen de psicólogos o trabajadores sociales.
Escuela Primaria	El municipio contaba con 123 primarias (2.5% del total) en la mayoría de las escuelas se cuenta con los dos turnos: matutino y vespertino
Secundaria	Existen 37 secundarias (2.1%) en ambos turnos.
Nivel medio superior	El municipio cuenta con nueve bachilleratos (3%), dos escuelas de profesional técnico (11.1%) y siete escuelas de formación para el trabajo (4%). En este nivel educativo se cuenta con planteles como: Unidad Académica No.13 (Prepa 13), Escuela Preparatoria Federal por Cooperación "Nicolas Bravo" (Prepa 5), Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica No.027 (CONALEP), Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicio No.45 (CETIS), Colegio de Bachilleres (COBACH) y Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMar 34).
Superior	En educación superior se encuentra el Instituto Tecnológico de la Costa Grande (ITCG), Universidad Autónoma de Turismo Ext. Zihuatanejo, Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP) y Universidad Sor Juana Inés de la Cruz Campus Ixtapa, además de colegios privados como el Instituto Montesori, Lizardi, Mahatma Gandhi, Bertha Vonn Glumer, Colegio Zihuatanejo (ZCIEAC), Instituto América, CEUSJIC, entre otros que se dedican a la impartición de los tres niveles de educación y escuelas de inglés, artes y computación como: Playa del arte, IMCI, Maryland, IPCI entre otros.

La educación es el principal medio para desarrollar y potenciar las habilidades, conocimientos y valores éticos de las personas; además, representa un mecanismo básico de transmisión y reproducción de conocimientos, actitudes y valores, fundamentales en los procesos de integración social, económica y cultural. La situación actual de la educación en Zihuatanejo, refleja las condiciones que se manifiestan en el ámbito estatal, en donde a pesar de las inversiones financieras se ha carecido de una planeación sostenible en el largo plazo, estancando los porcentajes de quienes terminan el ciclo escolar respecto a los que inician, desde el nivel pre primaria hasta la enseñanza superior, situándose por debajo de la media nacional correspondiente. En Zihuatanejo, sus características

demográficas constituyen en lo particular grandes problemas a resolver dentro de su sistema educativo, siendo necesario seleccionar las comunidades por su importancia.

Salud y Asistencia Pública

Los sistemas de salud en el municipio y la localidad son complejos y cambiantes debido a que son parte de un subsistema mayor, determinado por variables de tipo social, económico y político. La cobertura de los sistemas de salud es limitada para las familias pobres de la ciudad y el campo, pero más en este último. En este rubro, hay un reto no superado en construcción, mantenimiento y operación de los servicios por su alto costo y capacidad, sin embargo, la red hospitalaria podría alcanzar mejores niveles de atención. En el 2010 había 25 unidades médicas, que representan el (2.1% del total de unidades médicas del estado). Esta infraestructura de salud municipal no alcanza a cubrir la demanda social en esta materia, debido a que solo 17,312 personas estaban afiliados al IMSS y 2,584 al ISSSTE. El porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 36.4%, equivalente a 43,686 personas.

Existen 22 unidades de consulta externa, tres unidades de hospitalización y una de asistencia social, un centro de salud (SSA) y dos unidades médicas (ISSSTE, IMSS). Por parte del Centro de Salud se señala que se observa ligera desnutrición en especial en las poblaciones más alejadas y tienen un programa de prevención de la contaminación en ríos y pilas de agua donde se aplica un insecticida (Avate) para prevenir la propagación de mosquitos. Zihuatanejo cuenta con una clínica del IMSS que atiende a la población de las localidades más cercanas.

Para Zihuatanejo al igual que en otras partes del estado y del país las principales causas extremas de mortalidad en personas de 20-64 años son la diabetes, enfermedades genitourinarias, enfermedades hipertensivas, infecciones parasitarias y tumores.

Comercio y Abasto

El comercio y abasto se desarrolla principalmente en la cabecera municipal a través de 7,741, establecimientos comerciales y de servicio. El principal problema para el comercio local es la estacionalidad de la afluencia turística, ya que en temporadas altas las ventas se incrementan, mientras que en temporadas bajas estas decrecen de manera importante. El gobierno municipal a pesar de contar con un reglamento para mantener el control de las actividades comerciales, en muchos casos se desarrolla en condiciones de anarquía, principalmente en el primer cuadro de la cabecera municipal y en el boulevard Paseo de Zihuatanejo, donde vendedores fijos y ambulantes se posesionan de la banqueta y parte de la vialidad. Zihuatanejo cuenta con mercado además algún establecimiento de comercio o abasto oficial; esta actividad se realiza por medio de particulares en pequeños establecimientos, los cuales fijan sus propios precios de venta generando oferta y demanda en costos de los productos básicos principalmente.

Recreación y Deporte

El fomento y desarrollo del deporte en Zihuatanejo de Azueta no ha recibido la atención adecuada, su concepto es pobre, no se ha considerado como un derecho primordial y trascendente para la educación e integración social, tanto de grupos de niños, jóvenes y de la tercera edad. A pesar de la permanente demanda de proyectos deportivos de alcance, el desarrollo del deporte en el municipio ha sido lento y su cobertura se ha concentrado en la zona urbana principalmente, donde se han registrado la mayor parte de las organizaciones deportivas, en lo que se refiere a espacios deportivos, se cuenta con las instalaciones de las escuelas y particulares que por lo general se concretan a una cancha de básquetbol, fútbol, volibol.

Actividad económica

Guerrero aporta el 1.5% del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel nacional. A nivel estatal las actividades primarias aportan el 5 % del PIB estatal, el 23% corresponde a actividades de tipo secundario y 72% actividades de tipo terciario.

Sus principales actividades económicas son la agricultura, la pesca y el turismo. Su producción agrícola está conformada por una variedad de cultivos tales como aguacate Hass, ajonjolí, café cereza, calabacita italiana, chile verde serrano, frijol negro, jamaica, limón agrio, mango, melón valenciano, papaya maradol, pastos y praderas verdes, plátano, sorgo de grano, sorgo forrajero, tamarindo, tomate rojo saladette (SAGARPA/SIAP. 2010).

La actividad turística es de carácter local, regional, nacional e internacional. Localmente sobresalen las poblaciones de Zihuatanejo e Ixtapa Zihuatanejo, que cuentan con una alta infraestructura desarrollada con o sin ningún apoyo oficial. Las playas son los espacios más importantes del municipio y cuentan con servicio de hoteles, bungalows, moteles, restaurantes y enramadas.

Población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA) del estado de Guerrero, de acuerdo con el último censo de población y vivienda del 2010 ascendía a 1, 221, 440 personas representando el 49.23% de la población total del estado. En el ámbito municipal la (PEA) en ese mismo año registró una cifra de 52,119 habitantes representando el 58.08 % de la población total de municipio.

Guerrero cuenta con 135 564 unidades económicas, que representan el 3.2% del país. Emplea 396 133 personas, el 1.8% del personal ocupado de México. Del total del personal ocupado en la entidad, el 53% (208 997) son hombres y el 47% (187 136) son mujeres.

En Zihuatanejo el turismo es el gran motor de la economía, pues a través del sector servicios se emplea al 71% de la población económicamente activa (PEA), lo que permite a un sector de la población sobrevivir en condiciones de vida más o menos aceptables. Hoy Zihuatanejo vive una desigualdad en relación a la zona de Ixtapa, es decir, se ve a todas luces que caminaron su historia a diferente paso y hacia rumbos distintos, esta ausencia de un plan a largo plazo de desarrollo municipal ha generado y remarcado grandes diferencias en lo social, económico, cultural y educativo. Por un lado se privilegió con infraestructura y servicios a la Zona de Ixtapa, en un afán de que ésta fuera el soporte económico de toda la población, descuidando sectores de la economía como el campo, la minería, la artesanía y el mismo comercio doméstico.

Zihuatanejo concentra la mayor parte de las actividades económicas vinculadas con los sectores terciario y secundario. En el municipio el 72.89% de la estructura sectorial del empleo se sostiene de las actividades del sector terciario. En las áreas urbanas del municipio, sobre todo en Zihuatanejo, Los trabajadores han encontrado empleo principalmente en las actividades relacionadas con los servicios generados. En este sentido con el surgimiento del binomio de playa Ixtapa-Zihuatanejo, se generaron empleos en el área de la construcción, lo que atrajo mano de obra, no solo del municipio sino de la región y otros estados. En lo que se refiere al sector primario, tenemos que la producción agrícola y pecuaria solo les permite la subsistencia, aun y cuando el destino cuenta con un mercado potencial en la industria hotelera, restaurantera y en el consumo doméstico. El principal reto para no depender del sector terciario es volver sustentables y redituables las otras actividades económicas para que puedan brindar más y mejores oportunidades.

La actividad pesquera es una de las de mayor importancia en Zihuatanejo por su valor económico y su impacto social, sin embargo, su productividad es insuficiente, ya que no alcanza para abastecer el mercado local, aun cuando cuenta con un potencial para el desarrollo, al poseer abundantes cuerpos de agua de mar y ríos, así como estanques, bordos, represas y lagunas temporales. Entre las especies de mayor captura se encuentran: pez vela, marlín, pargo, huachinango, jurel, tiburón, lisa, robalo, sierra, raya y en menor medida ostión y pulpo. Los productos de ríos y laguna se componen por peces, camarón, jaiba y langostino. La pesca deportiva es una importante atracción turística, principalmente por la captura del Pez Vela, el Dorado y el Marlín.

La conclusión de lo anterior es una gran capacidad de la entidad para sostener un crecimiento propio, por las razones ya expuestas, lo mismo sucede en los ámbitos regional y local. Los altos índices que han mostrado en ciertos periodos son resultados de estímulos externos a través de inversión social y productiva, pero es altamente significativo el comportamiento posterior, que es una alta en la dinámica con tendencia a la estabilidad, fenómeno que se considerado normal, debido al crecimiento turístico permitido por las localidades de Ixtapa Zihuatanejo y mismo Zihuatanejo. La economía gira en torno a la actividad turística y esta experimenta una alta estacionalidad y dependencia del turismo nacional e internacional. La oferta turística es poco dinámica y competitiva ante otros destinos de playa, aun cuando se cuenta con importante infraestructura hotelera de comunicaciones y transportes, así como recursos humanos y recursos naturales atractivos. En otras palabras, el municipio de Zihuatanejo y la cabecera municipal así como su estabilidad económica no es continua y la riqueza no se distribuye

equitativamente, esta se concentra en la zona urbana, aun así se ha podido constituir una base económica que permite un crecimiento sostenido, estable, y esto se debe en parte a la capacidad de sustentación local.

Sitios atractivos de Zihuatanejo

Playa Madera

La ciudad de Zihuatanejo es la sede del gobierno municipal y la principal comunidad en la región desde el 1970, se ha desarrollado en colaboración con Ixtapa. Playa Madera se extiende alrededor de la Bahía de Zihuatanejo y tierra adentro hacia las montañas de la Sierra Madre del Sur, pero conservando su toque tradicional mexicano. El centro de la ciudad está ubicado en el extremo norte de la bahía el cual tiene su estrecho de calles pavimentadas con piedras o ladrillos. La ciudad también cuenta con una comunidad de inmigrantes suizos, franceses e italianos.

El corazón de Zihuatanejo también considerado como muelle pasarela Paseo del Pescador (Ruta de los Pescadores), también llamado el malecón. Este paseo arbolado peatonal bordea la playa municipal entre el museo arqueológico y el muelle de pesca, se alinea con restaurantes que ofrecen mariscos y muchos otros platos, así como una gran variedad de tiendas de venta de alfombras, artesanías y souvenirs, y un mercado pequeño shell. Por la noche, esta zona se llena de gente; Algunos de los restaurantes más conocidos de esta vía son La Sirena Gorda Restaurante, Casa Elvira, Porto di Mare, La Cantinita de Zihuatanejo entre otros, que están especializados en comida mexicana y mariscos.

En lugar de una tradicional plaza, en el centro se encuentra una cancha de baloncesto que se encuentra frente a la playa y sirve como punto de referencia, se encuentra rodeado de bancos y árboles de sombra, cercano a el mirador y la Casa de la Cultura en donde se presentan conciertos de música, presentaciones culturales, exposiciones de arte; muy cerca se ubica la iglesia principal de la ciudad, la Parroquia de Nuestra Señora de Guadalupe.

El Mercado de artesanías (Mercado Artesanal) cuenta con 250 tiendas, que venden una gran variedad de artesanías, entre los que figuran los de obra de arte local hecho con conchas marinas, corales; también tiene la plata de Taxco y objetos laqueados de Olinalá, cerámica y pinturas sobre corteza de papel. El centro de la ciudad tiene su propia playa, llamada la "playa municipal", pero es no se recomienda para la natación debido a su proximidad al puerto y al tráfico marítimo constante en esta parte de la bahía.

4.2.4. Diagnóstico ambiental

Este sitio está ubicado en un contexto más general dentro de la porción suroeste del pacifico Guerrerense, en el municipio de Zihuatanejo de Azueta, particularmente en el litoral ubicado frente a la playa El Riscalillo, en el extremo este de Bahía de Potosí.

El mar territorial de este lugar esta concesionado para el usufructo de los recursos pesqueros a distintas Cooperativas Pesqueras ubicadas en Zihuatanejo y otras poblaciones aledañas.

En contexto de la escala local el ecosistema marino se ha visto afectado por el uso de redes de arrastre de fondo y otras artes de pesca, dando como resultado una gran cantidad de superficie sin vida bentónica en el fondo marino, cuya textura arenosa hace a estos espacios prácticamente inermes. Es precisamente dentro de estos semidesierto marinos donde se pretende instalar los arrecifes artificiales, con la intención de inducir la creación de núcleos de recuperación del ecosistema y como consecuencia de ello nuevas áreas de pesca y ayudar a la recuperación de este recurso a nivel local.

El impacto social de las afectaciones al ecosistema marino ha repercutido en la situación económica de los pescadores, muchos de los cuales han tenido que diversificar sus actividades, explorando nuevas formas de aprovechamiento de su entorno, donde además de la actividad agropecuaria destaca la actividad turística, para la que la instalación de arrecifes artificiales, en las distintas experiencias a escala mundial ha resultado favorable, por lo que su potencial en el área podría también ser aprovechado por este sector de la población, como una medida de compensación por las pérdida de opciones de pesca.

Ante este escenario, de las distintas revisiones hechas por organismos responsables del manejo de las pesquerías a nivel estatal, se han desprendido recomendaciones entre las que destacan la necesidad de asistir la restauración de los ecosistemas marinos para recuperar los recursos pesqueros, proponiéndose como una estrategia viable la instalación de arrecifes artificiales.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Selección de indicadores y metodología para evaluar los impactos ambientales

La metodología para la identificación de impactos ambientales consideró tres aspectos fundamentales: en primer término el análisis de las características del proyecto e identificación de los aspectos del mismo que pudieran generar impactos sobre el ambiente, y en segundo término las características del medio natural y socioeconómico, para proceder posteriormente a la identificación y cuantificación de la magnitud con la que cada elemento del proyecto interactúa con todos los componentes ambientales y sociales del sitio, en cada etapa del mismo.

Selección de indicadores

Para identificar los elementos generadores de impactos, fue necesario diferenciar, de la forma más estructurada posible, los elementos propios del proyecto de arrecife artificial atendiendo a los siguientes aspectos:

- Significancia (capacidad para generar alteraciones).
- Independencia (para evitar duplicidades).
- Vinculación a la realidad del proyecto.
- Posibilidad de cuantificación.

De esta manera, las acciones en cada etapa del proyecto que se prevé generaran algún impacto se presentan en el cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Acciones relevantes del proyecto.

FASE	ACCIONES O ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTOS
Preparación del sitio	NO APLICA
Construcción	Construcción de unidades arrecifales
	Transporte de unidades arrecifales
	Hundimiento de unidades arrecifales
	Colocación de unidades arrecifales
Operación del arrecife	Pesca y monitoreo del arrecife

Los conceptos relativos a ese conjunto de actividades se señalan a continuación:

Construcción de unidades arrecifales azteca. Se refiere a la elaboración de las unidades arrecifales en las instalaciones en tierra facilitadas por la cooperativa. Esto requerirá del uso de maquinaria pequeña, específicamente de una revolvedora para la mezcla y vaciado del concreto en los moldes

prefabricados para el caso. En esta etapa del proyecto se prevé la generación de residuos sólidos y sanitarios, los primeros se refieren específicamente sacos de cemento vacíos y envases de productos eventualmente consumidos por los trabajadores, mientras que los del segundo grupo comprenden básicamente las deyecciones de los trabajadores.

Transporte de las unidades. Se refiere a la acción de trasladar las unidades arrecifales del sitio de su construcción hasta el lugar determinado para su hundimiento. Esto requerirá del uso de maquinaria especializada como poleas, remolques para carga, vehículos y embarcaciones acondicionadas para el caso, incluye la administración de combustibles.

Hundimiento y colocación de unidades. Descenso mediante poleas y disposición final de las estructuras en el espacio destinado para cada una de ellas, conforme al trazo y cartografía de cada colonia. La colocación requerirá además la contratación de buzos para las maniobras submarinas necesarias para asentar correctamente cada estructura.

Operación del arrecife. Comprende las labores que de manera rutinaria o bien tras el paso de un fenómeno natural extraordinario de magnitud considerable, se requieran para inspeccionar el arrecife, con el objetivo de evaluar tanto la estabilidad de las estructuras como la evolución de las comunidades biológicas y en particular de las especies de interés pesquero establecidas en ellas. Lo anterior con el propósito de llevar a cabo los ajustes necesarios en cuanto a la orientación vertical y horizontal de las mismas y al mismo tiempo verificar los efectos positivos esperados sobre la vida marina, lo cual conlleva eventualmente la remoción temporal del sedimento.

Esta acción incluye también las actividades de pesca mediante las distintas artes permitidas, las cuales implican el consumo de combustible por el uso de las embarcaciones para el traslado de pescadores y productos pesqueros extraídos de los arrecifes, así como a los contaminantes que puedan generarse por las labores de pesca, tanto por la remoción de sedimentos del fondo como por el desprendimiento de partículas de la estructura arrecifal al momento de extraer organismos bentónicos adheridos a ellas, como por ejemplo el ostión.

Los elementos del ambiente que eventualmente serán receptores de los impactos generados por las distintas acciones del proyecto se presentan en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2. Factores y componentes del ambiente que interactúan en el proyecto.

SISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR RECEPTOR
Medio físico	Aire	Calidad del aire
		Nivel de ruido
	Suelo Marino	Nivel de contaminantes
		Relieve
		Erosión
	Agua	Calidad de la columna de agua
Paisaje	Fisonomía del paisaje submarino	
Medio biótico	Vegetación marina	Diversidad florística
		Cobertura del lecho
	Fauna marina	Diversidad faunística
		Abundancia faunística
Medio Socioeconómico	Sector social	Conflictos por las áreas de pesca
	Sector secundario	Nivel de empleo
		Generación de ingresos

En esta etapa se consideraron los factores y componentes ambientales que podrían ser afectados por las actividades propias del proyecto.

Las definiciones empleadas en el presente estudio para dichos componentes del medio son:

Calidad del aire. Se refiere a la proporción que dentro de la masa de aire que rodea el espacio donde se llevarán a cabo las actividades de construcción y transporte de los módulos arrecifales ocupan los distintos gases contaminantes de la atmósfera, producto de la combustión de los motores que propulsarán los distintos vehículos utilizados.

Niveles de ruido y vibración. Son todas aquellas vibraciones que directa o indirectamente interfieren con el ser humano o las poblaciones animales a través del sentido del oído. Se considera como indicador de impacto el nivel de presión acústica adoptándose como unidad de medida el decibelio.

Fisonomía del paisaje submarino. Aspecto general que presenta el lecho marino, expresado en términos de la desigualdad del terreno originada por procesos geológicos o de balance entre la remoción y la acumulación de sedimentos y que dan origen al conjunto de topografías presentes en un área. Para este caso se refiere a la concordancia de los elementos naturales y artificiales presentes en un escenario visual de un observador, en una determinada superficie del lecho marino.

Nivel de contaminantes. Se refiere a la concentración de sustancias de naturaleza orgánica o inorgánica ajenas a la composición química natural de los sedimentos que componen el lecho marino, las cuales pueden eventualmente alterar tanto la columna de agua como la superficie del lecho por efecto de la suspensión y resedimentación por la acción de la turbulencia generada por el movimiento del agua durante el hundimiento y colocación de los módulos arrecifales.

Relieve. Se refiere al conjunto de irregularidades que presenta la superficie del lecho marino por efecto de la dinámica natural del oleaje y las corrientes marinas.

Erosión. Proceso mediante el cual ocurre el desprendimiento, transporte y sedimentación de las partículas que componen el lecho marino, por la acción del movimiento del agua y las propias partículas de sedimento al ser arrastradas de un lugar a otro.

Calidad de la columna de agua. La composición fisicoquímica del agua marina y de cuerpos de agua continentales conforme a los estándares de calidad para su aprovechamiento y conservación.

Diversidad florística. Se refiere al número y abundancia de las especies que componen la flora marina.

Cobertura del lecho. Proporción de la superficie del fondo marino cubierta por organismos bentónicos o sus residuos muertos.

Diversidad faunística. Concepto referido a la cantidad de especies de peces y otros organismos que componen la fauna marina en el sitio del proyecto.

Abundancia faunística. Cantidad de organismos de las distintas especies de fauna marina que habitan en el sitio propuesto para la colocación de los arrecifes.

Conflictos por las áreas de pesca. Expresión utilizada para referirse al surgimiento de diferencias por coincidencia de intereses entre dos o más personas o grupos de personas por realizar actividades de pesca en una superficie determinada, en este caso, dentro de la jurisdicción correspondiente a las cooperativas beneficiarias del proyecto.

Generación de ingreso. El ingreso *per cápita* promedio de las familias dedicadas a la actividad pesquera en el área del proyecto y sus alrededores, así como de aquellas cuyos integrantes se empleen en las distintas labores que contempla el proyecto.

Nivel de empleo. Se refiere a la cantidad de empleos que se generen durante las distintas etapas del proyecto.

Metodología para la evaluación de impactos

Para la identificación de las interacciones entre los elementos del proyecto y los factores ambientales se empleó una matriz de valoración de importancia conforme a la propuesta de Conesa (1993), en donde el valor asignado a cada celda indica la magnitud con la que cada acción del proyecto afecta el elemento del ambiente con el que interactúa.

A partir de los valores asignados, se calculó un índice cuyo valor sintetiza la magnitud con la que cada acción del proyecto afecta los distintos elementos del ambiente con los que interactúa, este valor se denomina Valor de Importancia del Impacto. De acuerdo con Conesa (1997), la importancia del impacto se mide en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad, atributos que se explican a continuación.

Carácter del impacto o Naturaleza. Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de la acción del proyecto al actuar sobre los distintos factores del ambiente.

Magnitud/Intensidad. Representa la magnitud de la afectación que va a causar la acción del proyecto sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto. Si la destrucción es baja o prácticamente nula el valor asignado es de 1; si es de mediana intensidad se asigna un valor de 2; si es de alta intensidad el valor corresponde a 4; si es muy alta el valor asignado es 8 y finalmente, para una destrucción total del ambiente se asigna un valor de 16.

Extensión. Se refiere al tamaño del área de influencia del proyecto.

A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área del proyecto y de la zona de localización del mismo. Por caso, los efectos secundarios sobre la atmósfera (CO₂ y su incidencia en el Efecto invernadero) y los efectos de degradación de humedales o de contaminación de cultivos (disminución de áreas reproductivas o de alimentación de aves migratorias y la mortandad directa de las aves, y sus efectos en sistemas ecológicos de otros países).

El impacto puede ser localizado (puntual) o extenderse en todo el entorno del proyecto o actividad (se lo considera total).

Existen otras consideraciones que deben efectuarse en el momento de valorar la extensión. En efecto, debe considerarse que la extensión se refiere a la zona de influencia de los efectos. Si el lugar del impacto puede ser considerado un "lugar crítico" (alteración del paisaje en zona valorada por su valor escénico, o vertido aguas arriba de una toma de agua), al valor obtenido se le adicionan cuatro (4) unidades. Si en el caso de un impacto "crítico" no se puede realizar medidas correctoras, se deberá cambiar la ubicación de la actividad que, en el marco del proyecto, da lugar al efecto considerado.

Momento. Se refiere al tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, sobre el factor del medio considerado. Así, cuando el tiempo transcurrido sea nulo el momento será inmediato, asignándole un valor de 4; si el periodo de aparición del efecto es de entre 1 y 3 años, se considera de mediano plazo y se asigna un valor de 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de tres años, largo plazo, correspondiente a un valor de 1.

Persistencia. Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Un efecto considerado permanente puede ser reversible cuando finaliza la acción causal (caso de vertidos de contaminantes) o irreversible (caso de afectar el valor escénico en zonas de importancia turística o urbanas a través de la alteración de geofomas o por la tala de un bosque). En otros casos los efectos pueden ser temporales.

Para este caso, si dura menos de un año consideramos que la acción produce un efecto fugaz asignándole un valor de 1; si dura entre 1 y 3 años se considera temporal (2); entre 4 y 10 años es pertinaz (4) y si tiene una duración superior a los 10 años se considera un efecto permanente y se asigna un valor de 8.

Reversibilidad. La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial.

Si es a corto plazo se le asigna el valor de 1, si es mediano plazo se califica con 4, si es a largo plazo se asigna un valor de 5 y si es irreversible le corresponde el valor de 8. Cuando la alteración es imposible de reparar, bien sea por procesos naturales o acciones humanas se le asigna el valor de 20.

Medidas correctoras. Se refiere a la posibilidad y el momento de introducir acciones o medidas correctoras para mitigar o remediar los impactos.

Cuando no existe posibilidad se simboliza con la letra N, cuando pueden ocurrir en la fase de proyecto con la P, en la fase de obra o construcción con la O y para la fase de funcionamiento u operación se utiliza la F.

Los impactos irre recuperables imposibilitan la introducción de medidas correctoras, siendo por el contrario los recuperables los que las hacen posibles.

Estos valores de ponderación se sintetizan en el siguiente cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Criterios para la valoración de los impactos ambientales, conforme a la propuesta de Conesa (1993).

CARÁCTER O NATURALEZA (S)	MAGNITUD/INTENSIDAD (I)	EXTENSIÓN (E)
-Impacto positivo +1	-Baja 1	Puntual 1
-Impacto negativo -1	-Media 2	Parcial 2
	Alta 4	Extenso 4
	Muy alta 8	Total 8
	Total 16	Crítico ≤8
MOMENTO (M)	PERSISTENCIA (P)	REVERSIBILIDAD (R)
Largo plazo 1	Fugaz 1	Corto plazo 1
Mediano plazo 2	Temporal 2	Mediano plazo 4
Inmediato 4	Pertinaz 4	Largo plazo 5
Crítico (+1,+4)	Permanente 8	Irreversible 8
		Irrecuperable 20
MEDIDAS CORRECTIVAS (MC)		
En proyecto P		
En Obra O		
En Funcionamiento F		
Sin posibilidad N		

Importancia del Impacto

El cálculo de la "importancia del impacto", conforme a la propuesta de Conesa (1993) se hizo conforme a la siguiente expresión:

$$IP= \pm 1S(3I+2E+M+P+R)$$

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 8 y 100 y se los clasifica como:

Irrelevantes (o compatibles).- Cuando presentan valores menores a 25.

Moderados.- Cuando presentan valores entre 25 y 50.

Severos.- Cuando presentan valores entre 50 y 75.

Críticos.- Cuando su valor es mayor de 75.

Valoración de impactos

Se construyó una matriz de doble entrada para calificar las distintas interacciones del proyecto con el ambiente natural y socioeconómico. Asimismo se efectuó el cálculo del Valor de Importancia del Impacto.

Posteriormente se elaboró una matriz de impactos con la finalidad de presentar de manera sintética, tomando en cuenta los resultados de la evaluación, los valores de importancia obtenidos para cada uno de los impactos y la manera como estos quedan clasificados sin considerar la aplicación de medidas preventivas o de mitigación

Descripción de los impactos identificados por etapa del proyecto

En esta etapa de la metodología se describen los impactos ambientales identificados y los resultados parciales de su evaluación, señalando las precisiones correspondientes a los distintos atributos considerados para su descripción. También se señalan las medidas de mitigación que se recomiendan aplicar.

5.2. Resultados.

Los resultados de la valoración de las interacciones se presentan en el cuadro 5.4. La matriz sintética de impactos se presenta en el cuadro 5.5.

Cuadro 5.4. Matriz de valoración de impactos. Los valores con el signo negativo indican impactos adversos, los de signo positivo impactos benéficos.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	1.- Construcción de unidades azteca										2.- Transporte										3.- Hundimiento											
				S	I	E	M	P	R	MC	IP	S	I	E	M	P	R	MC	IP	S	I	E	M	P	R	MC	IP								
Medio físico	Inerte	Aire	Nivel de contaminantes	-1	1	1	4	1	1	O	-11	-1	1	2	4	1	1	O	-13																
			Nivel de ruido	-1	1	1	4	1	1	O	-11	-1	1	2	4	1	1	O	-13	-1	1	1	4	1	1	N	-11								
		Suelo marino	Nivel de contaminantes																																
			Relieve																																
			Erosion																																
		Agua	Calidad de la columna de agua																	-1	1	1	4	1	1	P	-11	-1	1	1	4	1	1	P	-11
Perceptual	Paisaje	Fisonomía del paisaje submarino																																	
Medio biótico	Flora	Vegetación marina	Diversidad florística																																
			Cobertura del lecho																																
	Fauna	Fauna marina	Diversidad faunística																								-1	1	1	4	1	1	P	-11	
			Abundancia faunística																									-1	1	1	4	1	1	P	-11
Medio Socioeconómico	Medio sociocultural	Sector social	Conflictos por las áreas de pesca																																
	Medio económico	Sector secundario	Nivel de empleo	1	2	1	4	1	1	O	14	1	1	1	4	1	1	O	11	1	1	1	4	1	1	O	11	1	1	1	4	1	1	O	11
			Generación de ingresos	1	2	1	4	1	1	O	14	1	2	1	4	1	1	O	14	1	2	1	4	1	1	O	14	1	2	1	4	1	1	O	14

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	4.- Colocación										5.- Operación del arrecife																					
				S	I	E	M	P	R	MC	IP	S	I	E	M	P	R	MC	IP																
Medio físico	Inerte	Aire	Nivel de contaminantes																																
			Nivel de ruido																																
		Suelo marino	Nivel de contaminantes	-1	1	1	4	1	1	O	-11																								
			Relieve	-1	8	1	4	8	1	N	-39	-1	8	1	4	8	1	N	-39																
			Erosion	-1	2	1	1	1	1	O	-11	1	4	1	4	8	1	N	27																
		Agua	Calidad de la columna de agua																																
Perceptual	Paisaje	Fisonomía del paisaje submarino																								1	16	1	4	8	1	N	63		
Medio biótico	Flora	Vegetación marina	Diversidad																							1	16	1	2	8	1	N	61		
			Cobertura del lecho																								1	2	1	1	8	1	N	18	
	Fauna	Fauna marina	Diversidad	-1	1	1	4	1	1	O	-11	1	16	1	2	8	1	N	61									1	16	1	2	8	1	N	61
			Abundancia	-1	1	1	4	1	1	O	-11	1	16	1	2	8	1	N	61									1	16	1	2	8	1	N	61
Medio Socioeconómico	Medio sociocultural	Sector social	Conflictos por las áreas de pesca																							1	8	8	2	8	4	F	54		
	Medio económico	Sector secundario	Nivel de empleo	1	1	1	4	1	1	O	11	1	16	1	1	8	1	F	60									1	16	1	1	8	1	F	60
			Generación de ingresos	1	2	1	4	1	1	O	14	1	16	1	1	8	1	F	60									1	16	1	1	8	1	F	60

Cuadro 5.5. Matriz sintética de impactos. Los colores de relleno en las celdas indican el sentido y nivel de importancia del impacto conforme al valor calculado: Irrelevantes negativos en amarillo, Moderados negativos en naranja, Irrelevantes positivos en azul tenue, Moderados positivos en azul fuerte y Severos positivos en color verde.

				1.- Construcción de módulos azteca	2.- Transporte	3.- Hundimiento	4.- Colocación	5.- Operación
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR					
Medio físico	Inerte	Aire	Nivel de contaminantes	-11	-13			
			Nivel de ruido	-11	-13	-11		
		Suelo marino	Nivel de contaminantes				-11	
			Relieve				-39	-39
			Erosion				-11	27
	Agua	Calidad de la columna de agua		-11	-11			
	Perceptual	Paisaje	Fisonomía del paisaje submarino					63
Medio biótico	Flora	Vegetación marina	Diversidad florística					61
			Cobertura del lecho					18
	Fauna	Fauna marina	Diversidad faunística			-11	-11	61
			Abundancia faunística			-11	-11	61
Medio Socioeconómico	Medio sociocultural	Sector social	Conflictos por las áreas de pesca					54
	Medio económico	Sector secundario	Nivel de empleo	14	11	11	11	60
			Generación de ingresos	14	14	14	14	60

Conforme a la información presentada en los cuadros anteriores, se detectaron 32 interacciones, de las cuales, 15 son negativas y las 17 restantes positivas. Ambas operan en todas las fases del proyecto.

Desde el punto de vista de su intensidad, los impactos sobre el ambiente presentan valores de importancia que van de 11 a 63 puntos, y se clasifican, de acuerdo con los parámetros presentados en la metodología, en cinco grupos o clases: impactos irrelevantes negativos con valores resultantes de -11 a -13, moderados negativos con valores de -39, irrelevantes positivos con valores de 11 a 18, moderados positivos con valor de 27 y severos positivos con valores calculados entre 54 y 63.

De lo anterior se deduce que trece de las interacciones negativas se clasifican como irrelevantes o compatibles y solo dos presentan efecto moderado. Por su parte, de las interacciones positivas, nueve son consideradas irrelevantes, una como moderada y las siete restantes como severas.

Desde el enfoque de los factores del medio natural y socioeconómico que reciben la mayor cantidad de interacciones del proyecto, la figura 5.1 muestra que son en orden decreciente por su valor de importancia el sector social, la fauna marina, el aire, el suelo marino, la vegetación, el agua y el paisaje.

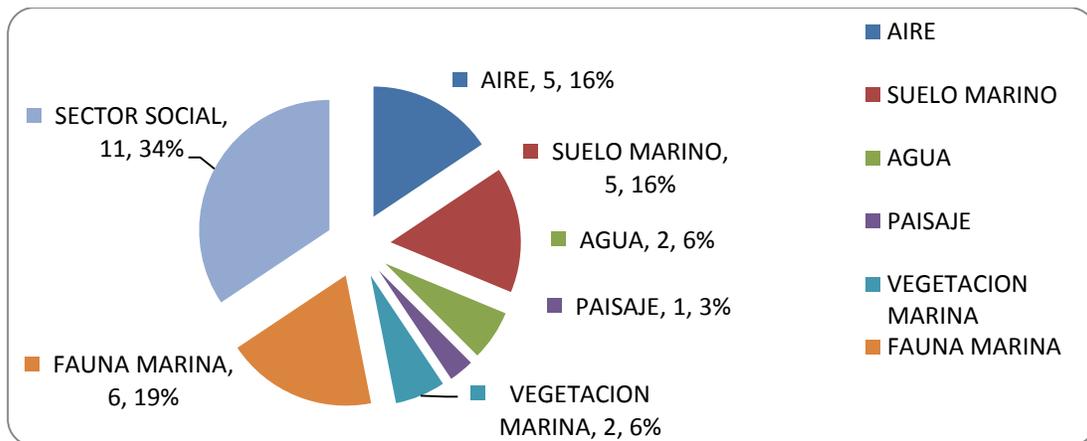


Figura 5.1. Distribución proporcional de interacciones del proyecto por factor del medio natural y socioeconómico.

De igual modo, en la figura 5.2 se representa el sentido de las interacciones por fase del proyecto, donde se muestra que la cantidad de acciones adversas permiten ordenar de forma decreciente las etapas de colocación, hundimiento, transporte, construcción y operación, mientras que, al usar como criterio las acciones el orden es exactamente inverso.

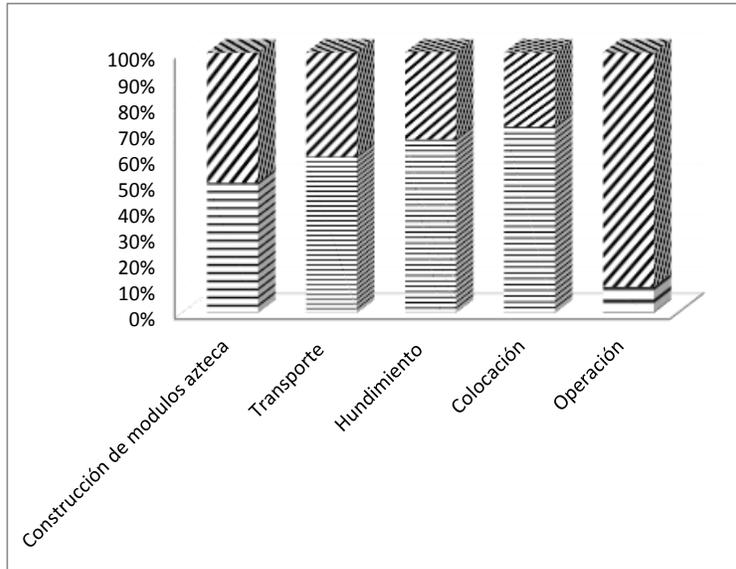


Figura 5.2. Número de acciones adversas (trama horizontal) y benéficas (trama diagonal) por fase del proyecto.

De lo anterior se puede concluir que entre el proyecto y el ambiente que lo circunscribe solo existen dos interacciones negativas que merecen ser atendidas y se refieren a la modificación del relieve del lecho marino que eventualmente causará la colocación de los arrecifes artificiales. El resto de los impactos negativos por su reducido nivel de significancia no requieren la misma atención.

Por el contrario, por su naturaleza restauradora la construcción de estos arrecifes artificiales tendrá numerosos efectos benéficos, sobre todo en la etapa de operación, que ayudaran a mejorar tanto ambientes marino como la situación económica de las cooperativas pesqueras.

5.2.1. Descripción de los impactos

De manera específica, los impactos que se generarán por la colocación de arrecifes artificiales en el lecho marino colindante del área del proyecto son los siguientes:

Impactos negativos

1. Contaminación del aire durante la Construcción de arrecifes azteca. Si bien estos serán construidos en las instalaciones en tierra facilitadas por la cooperativa, el uso de maquinaria para la mezcla y vaciado de la emulsión cementante en los moldes prefabricados para el caso, así como para el transporte de estos a los sitios de hundimiento generará emisiones de distintos gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión de los motores que propulsaran los distintos vehículos utilizados. Sin embargo, dadas las características del proyecto, la cantidad de vehículos a utilizar es elemental, por lo que la cantidad que se generaran de estos contaminantes será fácilmente dispersada por el viento y no alcanzara concentraciones que impliquen un riesgo para la salud o riesgos ambientales como el efecto invernadero.

Se considera aquí también la generación de residuos sólidos y sanitarios, los primeros se refieren específicamente a los sacos de cemento vacíos y residuos de alimentos consumidos por los trabajadores; los segundos a deyecciones de los mismos.

2. Aumento del nivel de ruido y vibración por efecto de la operación de maquinaria y equipo y por el uso de herramientas durante la construcción de los arrecifes, el cual resulta irrelevante en virtud de que será incluso de nivel más bajo que el existente actualmente en las localidades, el cual se deriva de las actividades cotidianas de pesca y transporte de sus productos pesqueros.

3. Contaminación de la columna de agua y del lecho marino por la resuspensión y depósito posterior de sedimentos durante las maniobras de hundimiento y acomodo de las estructuras en el lecho marino. Impacto considerado de poca significancia debido a que los niveles de sedimentos que se desprenderán en este proceso serán mínimos, su dispersión limitada al área vecina circundante dentro de cada micrositio de colocación y la duración del efecto no mayor a 1 hora.

4. Posibilidad de contaminación de la columna de agua durante el transporte de las estructuras, por efecto de derrames accidentales de combustible y/o aceites de los motores. Aunque es poco probable que esto ocurra debido a que el tanque de combustible de los motores es desmontable y se transporta dentro de la propia embarcación, por lo que se considera poco probable que aun ocurriendo un derrame de combustible a partir del tanque, este haga contacto con el agua marina, debido a que la impermeabilidad de la propia embarcación impide que este se derrame hacia el exterior. En caso de ocurrir los volúmenes derramados se consideran pequeños debido a que el equipo a utilizar es una embarcación de pequeño calado, cuyos motores no consumen más de 20l de combustible por jornada de trabajo, el cual constituye el volumen máximo transportado dentro de la embarcación. Se trata de una embarcación de tipo catamarán con garrocha con capacidad de carga de 10 toneladas de 33 pies de eslora y dos motores de cuatro tiempos de 75 hp, de bajo consumo de aceite y gasolina por encontrarse en buen estado desde el punto de vista mecánico. La embarcación será de uso temporal, en lo que se concluye la etapa de transportación de estructuras arrecifales. Debido al carácter temporal de este impacto, se considera de baja magnitud y baja importancia.

5. Dispersión temporal de poblaciones de peces, reptiles y mamíferos marinos que eventualmente se acerquen a los sitios de trabajo durante el hundimiento y la colocación de los arrecifes. Considerado un impacto de poca significancia, debido a que en principio en los sitios pretendidos para la colocación de las estructuras la fauna pelágica es poco abundante, y en segundo término, al retirarse la presencia humana como factor de impacto, se prevé el retorno casi inmediato de estos organismos por el efecto atrayente de las estructuras colocadas.

6. El impacto adverso de mayor relevancia es la modificación del relieve del fondo marino por la colocación de las estructuras. Esta se considera una modificación drástica al incorporar elementos con formas contrastantemente complejas respecto al relieve actual, si bien, precisamente esta ganancia en complejidad generara una oferta de hábitat actualmente inexistente para los componentes biológicos del ecosistema.

No obstante lo anterior, este impacto resulta imposible de prevenir o mitigar, en virtud de que constituye el propósito principal del proyecto, por lo que, si bien de baja intensidad, es este uno de los pocos impactos residuales detectados.

Impactos positivos

1.- La modificación del paisaje del fondo marino es considerado como el impacto positivo de mayor magnitud y de efecto inmediato en este proyecto, en virtud de que las estructuras se colocarán en sitios donde la morfología de la superficie es completamente contrastante con el relieve resultante post-proyecto. No obstante, lo anterior, este impacto se considera positivo debido a que el relieve resultante es de mayor complejidad estructural que el antecedente y permite mejores condiciones para el establecimiento de distintos componentes del ecosistema marino, entre ellos las comunidades de macroalgas bentónicas y distintas comunidades de algas epifitas, peces, crustáceos y moluscos asociados a ellas; el propio arrecife como estructura física, aun sin el establecimiento de otros organismos desempeña funciones ecosistémicas de refugio para la mesofauna marina.

A nivel de la megafauna marina, se prevé un efecto positivo secundario, derivado del incremento en la abundancia de organismos como algas, peces, crustáceos, esponjas y moluscos que forman parte de la dieta de mamíferos marinos.

Adicionalmente, el proyecto representa una opción de pesca en un área considerada como desértica, donde, bajo las condiciones actuales del ecosistema representan una posibilidad de obtener restos recursos bastante limitada.

2.- Las comunidades de algas marinas, en sus descriptores de cobertura, abundancia y diversidad en el contexto general del ecosistema se verán favorecidas al contar con un sustrato favorable para su establecimiento en un micrositio donde actualmente esta posibilidad es limitada.

3.- Las comunidades de peces y en general la fauna marina también se verá beneficiada al encontrar en los arrecifes una opción de hábitat previamente ausente. En el largo plazo se considera que la

colocación de estas estructuras tendrá efectos favorables a partir de que el ecosistema bentónico de neoformación cumpla con las funciones de crianza, reproducción, refugio y crecimiento de distintos organismos marinos, tal como ocurre en el ecosistema natural actual.

4.- Un impacto positivo de tipo socioeconómico resultante de los efectos benéficos sobre el ecosistema es la elevación del nivel de empleo y el nivel de ingresos de la población local. Este impacto se presentara desde la etapa de construcción en un nivel moderado, pero se prevé una dimensión mayor en la etapa de operación al incrementarse la rentabilidad de la pesca por la reducción de las distancias de desplazamiento y con ello el tiempo y la cantidad de combustible invertido para la obtención de los volúmenes de extracción diaria autorizados, ya que estas estructuras estarán colocadas en lugares cercanos al sitio de desembarque.

5.- La disminución de conflictos entre los pescadores por los sitios de pesca se considera también un efecto positivo importante, al pretender durante la etapa de operación del proyecto la implementación de un sistema rotativo de aprovechamiento pesquero en los arrecifes artificiales, el cual ha sido propuesto por las propias cooperativas beneficiarias del proyecto con el propósito de hacer de esta una actividad ordenada y sustentable.

Impactos esperados sobre las poblaciones de tortugas marinas.

Si bien la modificación del relieve en el fondo marino de los micrositos donde se proyecta la construcción de los arrecifes se identifica como uno de los impactos más importantes del proyecto, por ser el propósito principal del mismo, la complejidad estructural resultante incrementa en gran medida la oferta de hábitat para distintos componentes biológicos del ecosistema marino, entre ellos las comunidades de macroalgas bentónicas, algas epifitas, peces, crustáceos, moluscos y tortugas marinas asociados a los arrecifes.

Distintas referencias internacionales atribuyen a las tortugas marinas y otras especies del mismo grupo funcional, un papel clave en el ecosistema de arrecifes. Sus hábitos alimenticios las hacen auténticas depredadoras de peces, esponjas, corales, medusas y cangrejos, y algunas especies como la tortuga negra se alimentan también de algas bentónicas y pastos marinos.

Goatley et al. (2012), en su estudio del rol de las tortugas marinas como macroherbívoros de arrecifes de coral concluyen que este grupo de organismos juegan un papel clave en los procesos funcionales de los arrecifes. Los herbívoros de arrecifes se clasifican en dos grandes grupos: pastores y ramoneadores. El primero de ellos se refiere a aquellos que se alimentan algas de crecimiento cespitoso que cubren el arrecife, mientras que los ramoneadores se alimentan principalmente de algas arborescentes que usan el arrecife como sustrato. Cualquiera de estas dos formas de crecimiento puede convertirse en dominante si no se controla su crecimiento y reducir críticamente la disponibilidad de hábitat para todo un grupo de organismos que requiera del grupo antagonico de algas para sobrevivir, llegando a causar desequilibrios importantes en el ecosistema en su conjunto. Los macroherbívoros controlan la dominancia de cualquiera de estas formas de vida, ayudando así al arrecife a resistir los la transición hacia estados alternos de ensamblaje de especies.

Estudios recientes demuestran que, entre los macroherbívoros, los peces por ejemplo tienen áreas de distribución relativamente pequeñas, que no rebasan las 10 has., lo que sugiere que su impacto funcional puede estar espacialmente restringido. Las tortugas marinas, en cambio, al tener áreas de distribución mucho más grandes (mayores de 3900 has.) pueden desempeñar cualquiera de los roles ecológicos sobre los arrecifes a gran escala, permitiéndoles controlar de manera efectiva cualquiera de las formas de crecimiento de las algas: cespitosa o arborescente.

Stoneburner (1982), estudiando el movimiento de las tortugas marinas mediante telemetría satelital descubrió que tras haber depositado sus huevos, las tortugas nadan en mar abierto directamente hacia sitios con sustrato estable, es decir arrecifes, que representan áreas de concentración de alimento. Esto sugiere que estos organismos utilizan los arrecifes para alimentarse después de ovopositar, por lo que el proyecto, una vez terminada su construcción puede ser benéfico para los ejemplares de tortugas marinas que aniden en las playas cercanas a los sitios donde se establezcan los arrecifes artificiales.

Las anteriores referencias apoyan la propuesta de que el proyecto tendrá un impacto positivo sobre las especies de tortugas marinas que anidan en las playas del SA y no representa un riesgo para estos organismos.

En su conjunto, el balance general del proyecto refleja un efecto positivo general sobre el sistema ambiental y socioeconómico del área marítima cercana a Caleta de Campos, contribuyendo a una pesca sustentable y sostenible a largo plazo.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.

En virtud de que con la implementación del proyecto no se prevé la generación de impactos adversos significativos, no aplica la implementación de medidas de mitigación, por lo que únicamente se proponen medidas preventivas para reducir aún más cualquier efecto negativo del proyecto, aun cuando este resulte irrelevante.

En las siguientes líneas se esbozan por etapa del proyecto las **medidas de prevención** que en conjunto comprenden el Plan de Manejo Ambiental para su eventual aplicación en las distintas fases del proyecto.

Etapas de construcción

Fabricación y transporte de unidades arrecifales

MEDIDA 1. Supervisar al inicio de los trabajos y durante los mismos, que la maquinaria empleada opere respetando las normas de emisión de gases con estricto apego a lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-044-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-050-SEMARNAT-1993, mediante verificación vehicular. Se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos. La maquinaria deberá mantenerse en buen estado y evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área. Se deberán respetar los estándares que para la emisión de ruido contempla la NOM-080-ECOL-94, así como la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites permisibles de hidrocarburos en el suelo.

El equipo móvil, incluyendo embarcaciones, se operará de tal manera que cause el mínimo deterioro a los ecosistemas terrestres y acuáticos en las inmediaciones del área del proyecto. Para contribuir a tal fin, queda prohibido para todos los vehículos terrestres involucrados en el proyecto circular fuera del predio para la construcción de los arrecifes y del camino de acceso a este y a los lugares establecidos para el embarque. Así mismo, las embarcaciones no podrán desviarse de la ruta y navegar fuera del área de hundimiento de las estructuras.

Bajo ningún concepto, el personal de obra del proyecto desechará o verterá en terrenos del predio residuos derivados del mantenimiento o reparación de vehículos (aceite, llantas, empaques, etc.), ni realizará estas acciones en terrenos adyacentes al área del proyecto. Cuando eventualmente se generen este tipo de residuos dentro del predio, estos se manejarán, transportarán y dispondrán conforme a la normatividad ambiental vigente. Serán retirados inmediatamente del área del proyecto para evitar la contaminación de los suelos y el agua en la zona.

Responsable: Contratista

MEDIDA 2. Respecto a los residuos sólidos y sanitarios, las principales acciones están contenidas en la normatividad vigente sobre el particular (NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-083-SEMARNAT-2003

y NOM-004-SEMARNAT-2002) y mediante la implementación de un Curso básico de Educación Ambiental. El objeto de éste es sensibilizar al personal de construcción sobre la normatividad ambiental aplicable en materia de disposición de residuos sólidos, la importancia de preservar el entorno y en particular los componentes ambientales relevantes identificados en el presente estudio (cuerpos de agua) y en general dar a conocer la relevancia de la protección al ambiente.

Se prevé la realización de un curso de capacitación a los encargados y residentes de obra, trabajadores y operadores de maquinaria y equipo, sobre la clasificación, separación, manejo y disposición de residuos sólidos. Para la capacitación se consideraran al menos las siguientes:

Definiciones:

RESIDUOS NO PELIGROS. Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características no son corrosivos, reactivos explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos y no representan un peligro para el equilibrio ecológico.

RESIDUOS PELIGROSOS. Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico y el ambiente.

A.- RESIDUOS PELIGROSOS

Durante la etapa de construcción es factible que se generen residuos sólidos peligrosos, siendo responsabilidad del promovente tanto la clasificación como el manejo y disposición final. Se prevé dentro de este rubro la generación de lo siguiente:

- Filtros para aceite y estopas impregnadas con aceite gastados.
- Baterías eléctricas automotrices.
- Aceite usado (que por accidente se derramara en suelo)
- Baterías desechables para equipos portátiles.
- Suelo contaminado por aceite.

B.- NO PELIGROSOS.

- Bolsas de papel y plástico.
- Envases de plástico, vidrio y aluminio.
- Material de excedente de la construcción (escoria de la limpieza de arrecifes post construcción).
- Residuos fisiológicos

Los residuos fisiológicos del personal serán vertidos al sistema de drenaje del área urbana de Caleta de Campos.

El mantenimiento vehicular y preferentemente el de la maquinaria pesada se llevará a cabo en talleres en poblaciones cercanas al proyecto. Cuando se generen residuos dentro del predio, estos se manejarán, transportarán y dispondrán conforme a la normatividad ambiental vigente. Serán retirados inmediatamente del área del proyecto para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes para su disposición final.

Los residuos sólidos no peligrosos generados en la obra y que no sean susceptibles de ser reutilizados (basura doméstica, envases de refresco, bolsas de plástico, envolturas de alimentos, etc.), serán recolectados en contenedores para su traslado a los sitios de disposición final (basureros municipales o rellenos sanitarios), previa autorización de las autoridades municipales, y sujetándose a lo dispuesto en la normatividad aplicable en materia de separación de residuos sólidos de origen doméstico. Los materiales y residuos sólidos no peligrosos susceptibles de ser reutilizados (pedacería de metal, de cable, vidrio, madera y flejes de embalaje de equipo, etc.) serán concentrados provisionalmente en el almacén de la obra, para posteriormente ser canalizados a empresas que los reciclen.

Responsable: Contratista

MEDIDA 3. Para evitar alterar las condiciones previas en cuanto al nivel de ruido y vibración, el horario de uso y la operación de la maquinaria será de lunes a sábado de 8 a 17 hrs. Los sábados de 8 a 14 horas y los domingos y días festivos de acuerdo a la Ley Federal del trabajo no serán laborables. Esta medida es aplicable en todas las fases del proyecto.

Responsable: Contratista

MEDIDA 4. No se permitirá la operación de maquinaria más allá de los lugares estrictamente necesarios para el tránsito de vehículos de carga, respetando al menos las dimensiones actuales del camino de acceso a cada sitio de trabajo o maniobra, evitando construir nuevos caminos o ampliar los existentes. Lo anterior ayudará a evitar los impactos por ruido y vibración sobre los sistemas adyacentes al área del proyecto.

Responsable: Contratista

MEDIDA 5. Para el manejo de los lubricantes y combustibles se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos el cual tendrá las siguientes características:

- Piso impermeable.
- Estará alejado de las áreas de trabajo y en las etapas sucesivas del proyecto ,
- Será acondicionado con materiales contra incendio.
- Contará con equipo básico contra incendio como son extinguidores en caso de emergencia.
- Contará con dispositivos para mitigar derrames en caso de emergencia, como son barreras contra derrames, materiales de absorción.

Cabe mencionar que para resolver la necesidad de contar con este tipo de espacio se buscara que dentro del predio facilitado por la cooperativa ya exista una construcción que reúna los requisitos necesarios para ser acondicionada para este propósito y así, evitar la construcción de cualquier tipo de obra nueva.

Se creara una bitácora mensual de residuos peligrosos que será mantenida con el fin de tener un control sobre los embarques y almacenamiento de residuos peligrosos, e incluirá:

- Cantidad y características de los residuos en inventario.
- Fecha en la que los residuos se pusieron en inventario
- Fecha en la que los residuos fueron embarcados y número de manifiesto.

Los residuos peligrosos almacenados permanecerán de acuerdo a su generación en el almacén temporal de residuos peligrosos (de dos a seis meses) sin rebasar la capacidad de almacenaje del inmueble, se contratarán los servicios de recolección de un intermediario de residuos, el cual se encargará de la disposición final de los residuos peligrosos fuera del área del presente proyecto.

Responsable: Contratista

El personal que trasladará las estructuras arrecifales deberá estar previamente capacitado con la finalidad de evitar accidentes y evitar afectar la flora y fauna del sitio.

En el caso del suelo como medida de preventiva se considera reducir al máximo el tiempo de estancia de las estructuras arrecifales sobre la superficie con la finalidad de evitar su compactación, además de obstruir las vías de comunicación.

El suelo deberá estar previamente acondicionado antes de la colocación de las estructuras arrecifales es decir, libre de rocas, vegetación y protegido con cartón.

MEDIDA 6. Aun cuando no se prevé la ocurrencia de contacto del combustible derramado accidentalmente con el agua marina durante la operación de los medios de transporte y captura pesquera, como medida previsoras se hará la recomendación a los pescadores, para que estos revisen sistemáticamente los recipientes contenedores y las líneas de alimentación de combustible a los motores. Así mismo, se implementará como regla entre los pescadores, que estos no ingresen al agua sin antes haber conectado debidamente el sistema y revisado cualquier fuente de fuga potencial de combustible.

Hundimiento

MEDIDA 7. Para prevenir y mitigar los impactos negativos relacionados con la resuspensión de sedimentos se instalara una malla geotextil, para evitar la posible dispersión, acarreo y depósito de partículas suspendidas por efecto de las maniobras de hundimiento y colocación, así mismo, se limitara la operación submarina solo a aquellas áreas que sean estrictamente indispensables para el proyecto.

La colocación de la malla deberá realizarse por personal calificado, para garantizar la verticalidad de las mismas desde el lecho marino hasta la superficie del agua.

La malla se colocara en el perímetro inmediato a cada zona de hundimiento y disposición final de las estructuras.

La malla se debe colocar con especial cuidado con la finalidad de evitar que quede atrapada la fauna bentónica

La malla se retirara una vez comprobada la precipitación de las partículas suspendidas y cuando la calidad del agua confinada sea igual a la del agua marina exterior.

En caso de que la malla llegue a dañarse se deberán suspender de inmediato las obras y actividades del proyecto hasta su reparación.

En el caso de los peces debido a su capacidad motriz y sensorial no se considera tomar ninguna medida preventiva, se considera que en el momento del hundimiento y acomodo de los arrecifes estos se ahuyentaran de manera temporal, para retornar una vez establecidos los arrecifes y reincorporarse al sitio modificado.

MEDIDA 8. Para evitar la eventual afectación a moluscos y crustáceos u otros organismos sésiles o con baja velocidad de desplazamiento, previo al hundimiento se efectuara de manera rutinaria un "barrido" de inspección del área por medio de buzos capacitados o con el apoyo del robot submarino con el que cuenta la empresa responsable de ejecutar este proyecto, y en caso de detectarse la presencia de estos organismos aplicando las técnicas apropiadas para ello se implementará una

campaña de reubicación temporal a sitios estratégicos con condiciones ambientales similares. No se consideran distancias lejanas debido a que se pretende que estas especies sean los primeros colonizadores de los arrecifes.

Dado que las macroalgas son un componente fundamental dentro las zonas arrecifales, en caso de estar presentes se procederá a su remoción y mantenimiento en el medio por un periodo no mayor a 8 horas para restablecerlas una vez instalado el arrecife.

Se debe realizar la documentación necesaria que incluya fotografías y videos que demuestren las actividades del hundimiento para poder acreditar la correcta colocación de las estructuras. Los materiales resultantes de este registró serán mantenidos en un archivo, para mostrarlo como prueba ante la autoridad competente cuando esta lo requiera.

Medidas para prevenir afectaciones sobre las poblaciones de tortugas marinas.

Para prevenir la afectación a las tres especies de tortugas marinas que anidan en las playas del SA: *Lepidochelys olivácea* (tortuga golfina), *Chelonia mydas* o *Chelonia agassizii* (tortuga negra), y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd), se dará cumplimiento a la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes medidas preventivas durante la temporada de arribazón, que es por lo general entre los meses de julio a marzo:

1. Se extremarán precauciones para evitar que las embarcaciones dañen a estos organismos.
2. Se evitará cualquier tipo de contacto físico con los ejemplares, bien sea adultos, juveniles o aun con sus huevos, incluido el consumo de estos.
3. Debido a que la mayor actividad de las tortugas marinas tanto de desove, como de nacimiento de crías ocurre por la noche, se establecerán horarios de trabajo estrictamente diurnos, entre las 7:00 am y las 6:00 pm, para reducir el riesgo de contacto con algún ejemplar de cualquiera de las especies.
4. Antes de iniciar las labores diariamente se revisará la playa para cerciorarse de que no haya ningún ejemplar que pueda ser afectado por el personal o la maquinaria, de encontrarse alguno, el inicio de las labores se postergará hasta que el ejemplar se haya retirado de la playa.
5. Si durante las operaciones dentro del mar se llegase a ubicar un ejemplar de tortuga marina en el sitio de hundimiento de los arrecifes, las labores se postergaran hasta que este se haya retirado del sitio por su propia voluntad.

6. Si durante las maniobras en la playa se detecta algún nido o hembra ovopositando, se postergarán las labores hasta que esta se haya retirado del lugar, evitando tener contacto físico con ella o con el nido. También se evitará efectuar cualquier maniobra cerca del nido.
7. Así mismo, previo al inicio del proyecto se dará a los trabajadores una capacitación sobre la importancia y el estatus actual de conservación de las especies de tortugas marinas, que los sensibilice sobre el tema e induzca la toma de precauciones al respecto.

Etapas de operación y mantenimiento

Para evitar accidentes de navegación el sitio en donde se coloquen los arrecifes deberá quedar marcado con un sistema de boyas o bien capacitar al personal de las cooperativas pesqueras que operen en la zona para que tomen las debidas precauciones.

Con la finalidad de llevar un registro del desempeño de los arrecifes como un elemento que paulatinamente se irá integrando al ecosistema marino, y también como medida de verificación de sus efectos positivos elaborará un programa de monitoreo del proceso de colonización de las estructuras y el comportamiento de la flora y fauna respecto a la presencia de estas estructuras.

El monitoreo del desempeño del complejo arrecifal se efectúa considerando 4 componentes principales, que son: la calidad del agua, biológico, social y económico. Se deberá efectuar cuando menos una campaña prehundimiento y un seguimiento bi o semestral sistemático poshundimiento, cuando el complejo se encuentre en plena operación y durante cuando menos el primer año o con la periodicidad que los propios resultados del monitoreo indiquen.

Este programa de Monitoreo Post-Hundimiento consistirá en realizar después la colocación de los arrecifes y de manera sistemática una serie de muestreos de los mismos parámetros del pre-monitoreo y en las mismas coordenadas geográficas. Este incluirá parámetros de calidad de la columna de agua, de las características granulométricas del sedimento de fondo, así como de la composición, abundancia y ensamblaje de las comunidades de flora y fauna marinas. Se deberá poner especial atención en la comunidad de especies incrustantes, tales como corales y algas por su papel clave dentro del ecosistema marino.

La primera campaña de colecta de datos será efectuada tras el primer mes de realizado el hundimiento de los arrecifes, a partir de entonces se mantendrá una frecuencia de muestreo bimestral, al menos el primer año y posteriormente cada seis meses hasta el término del tercer año, que es el tiempo promedio en el que, conforme a las referencias bibliográficas, se alcanza la "estabilidad" del ecosistema inducido por los arrecifes artificiales.

Técnicas de monitoreo

Evaluación de la Comunidad Incrustante: Las muestras de fauna y flora incrustantes serán realizadas con buceo autónomo, utilizando cuadrados de 20 x 20 cm de lado para los conteos de organismos y/o porcentaje de cobertura. Un mínimo de 4 réplicas serán hechas en cada localidad y tipo de arrecife artificial. Paralelamente, fotografías serán tomadas en partes representativas de la comunidad. La espesura de las incrustaciones será medida con auxilio de una regla, con por lo menos 10 mediciones en cada estructura. Muestras destructivas también serán colectadas por buzos, acondicionadas en bolsas de plástico y llevadas a la superficie para selección e identificación de las especies.

Censo Visual: Censos visuales de peces con el uso de buceo autónomo serán realizados en transectos que engloben todos los tipos de estructuras instaladas (los modelos diferentes de arrecifes) y por lo menos 8 réplicas en cada tipo de estructura.

Operaciones de Pesca: Serán empleadas preferencialmente artes de pesca ya utilizadas por los pescadores artesanales de la región. El esfuerzo de pesca será registrado para cada tipo de arte seleccionado, pudiendo estar relacionado al tiempo de inmersión de una red de espera o trampa, número de anzuelos por tiempo de pesca de un palangre o al número de anzuelos por línea de fondo por pescador.

La biomasa será evaluada en base a las medidas de peso húmedo de los grupos taxonómicos.

Filmaciones subacuáticas podrán complementar los trabajos de censo visual para el monitoreo de la ictiofauna.

La integración de los datos, al final del monitoreo, deberá ser soportada con una base conceptual de los procesos biológicos y oceanográficos predominantes en el área, disponibles en la literatura científica.

6.2. Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Esto es, los impactos residuales se presentan aún y cuando la acción perturbadora ha cesado o desaparecido y en general no hay medidas de prevención o mitigación que eliminen dicho efecto (al menos en el corto y mediano plazo).

En el presente proyecto y dadas las condiciones en que se encuentra el área pretendida por el proyecto, se considera que las medidas propuestas atenuarán los impactos en el corto plazo evitando la producción de impactos residuales.

Los impactos ambientales que permanecerán en la zona del proyecto se relacionan con la oceanografía en cuanto a patrones de circulación, corrientes y batimetría. No existiendo medida de

mitigación salvo la extracción de las estructuras para regresar las condiciones actuales. Si bien, estos impactos no son susceptibles de mitigación, se espera tales impactos se compensen con la recuperación de las comunidades bentónicas en términos de la diversidad de especies, abundancia y biomasa entre los primeros meses posteriores a la instalación.

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1. Pronóstico del escenario.

Escenario actual

La porción norte del SA forma parte del complejo turístico más importante de la Costa Grande de Guerrero y uno de los principales destinos turísticos del Pacífico Mexicano. La mayor parte de esta área es accesible no solamente por vía marítima, sino también por vía terrestre a través de la Autopista Siglo XXI, la carretera federal 200 y los diferentes ramales locales. Colinda con el área urbana más poblada de la costa grande y también se ubica a menos de 100 km al sur de una de las zonas industriales más importantes de ésta porción del territorio mexicano, cuyos efectos en el medio marino son parte de un referente muy frecuente entre los pescadores de la región, en consecuencia, la mayor parte del territorio, tanto terrestre como marino presenta algún nivel de degradación ambiental o se encuentra bajo algún conflicto por el acceso a los recursos naturales.

Por lo general el SA presenta uso intensivo de recursos, en algunas partes existe presión por el turismo, la pesca comercial y el tráfico marítimo; otras presentan impacto severo por el uso excesivo de redes agalleras y otras artes de pesca. Así mismo, la contaminación proveniente de los principales centros urbanos es de destacarse.

Hoy en día, la región donde se ubica el SA es muy importante para la economía del estado de Guerrero, debido a que aporta un alto porcentaje del PIB estatal. Así mismo, una elevada proporción de la pesca artesanal del estado se lleva a cabo en esta zona.

La mayoría de los pescadores trabajan agrupados en pequeñas cooperativas que operan en toda la extensión del SA, cuya forma de trabajo resulta indispensable para hacer de esta una actividad rentable, ya que al concentrar los productos en puntos estratégicos se reduce el costo del transporte para su comercialización. En la mayoría de los casos la pesca se realiza mediante flotillas de embarcaciones de bajo calado de tipo panga, en las que tienen que desplazarse a veces grandes distancias para obtener el producto que el mercado demanda. Esta forma de trabajo les obliga a consumir una cantidad de combustible que reduce considerablemente las ganancias obtenidas por la venta de sus productos, afectando directamente la economía familiar de los pescadores.

Ante este escenario, la instalación de arrecifes artificiales cercanos a las costas constituye una alternativa de solución a esta problemática.

De la inspección de campo efectuada se concluye que entre las condiciones ambientales del sitio propuesto para el proyecto destaca la predominancia de un sustrato de arena gruesa a media, compacta y sin la presencia aparente de organismos bentónicos. Condición que fue corroborada en las distintas revisiones exploratorias efectuadas en el presente estudio.



Figura 7.1. Condición generalizada del ecosistema bentónico donde se proyecta la colocación de los arrecifes artificiales en las costas de Zihuatanejo, Guerrero.

Independientemente del origen de ésta condición del bentos marino, en la actualidad este tipo de ambientes contribuye poco a la biodiversidad del ecosistema y en consecuencia tienen una aportación mínima a los recursos pesqueros y a la economía de los pescadores, básicamente por que las condiciones del sustrato se traducen en una simplicidad ambiental y una ausencia de factores clave para el establecimiento de organismos de manera natural en el sitio, como lo es la presencia de un sustrato firme.

Por lo anteriormente expuesto, los sitios seleccionados constituyen por su accesibilidad y su calidad ambiental los lugares más cercanos con menores probabilidades de impactos negativos al ambiente, ya que carecen de elementos ecológicos o biológicos clave, cuya interacción con el proyecto coloquen al ecosistema en situación eminente de riesgo.

Debe quedar claro que la implementación de un proyecto de arrecifes artificiales no es la única, ni necesariamente la mejor solución a la problemática, sin embargo, la experiencia en otras partes del país ha mostrado que este tipo de proyectos genera entre los beneficiarios un sentido de apropiación que induce la cultura de la "Pesca ordenada", ya que el acomodo espacial en grupos o "colonias arrecifales" permite la implementación de un sistema rotativo de aprovechamiento de los recursos pesqueros que en ellos se establecen o bien del uso turístico. Esto induce en los pescadores la cultura de cuidado y respeto al sistema implementado en esta área de pesca y quizá esto contribuya al cambio cultural en al menos un sector de la población, el cual es necesario, para implementar en la zona un sistema de manejo acorde con la estructura y dinámica del sistema.

Escenario con proyecto sin medidas de mitigación

El objetivo principal del proyecto es modificar la morfología del fondo marino y poner a disposición de los organismos un sustrato firme, que en conjunto generen las condiciones de complejidad ambiental necesarias para el establecimiento de todo un ecosistema en un sitio donde, dadas las condiciones actuales este proceso es poco probable.

En este sentido, la función principal del arrecife es a su vez el impacto principal del proyecto. Por lo anterior, la implementación de alguna medida de mitigación para este impacto sería contradictorio al objetivo básico del proyecto, ya que la única manera técnicamente válida sería el retiro de las estructuras arrecifales, por lo que se considera que este impacto al no ser mitigable durante la vida útil del proyecto, el escenario que genera no es distinto a aquel que considera la implementación de medidas preventivas y de mitigación.

Escenario con proyecto y medidas de mitigación

Con el objeto de incrementar las áreas de refugio y crianza para peces y con ello recuperar la capacidad de carga del sistema, que dé la posibilidad de aumentar las capturas totales y una mayor eficiencia de la actividad pesquera, se ha promovido el presente proyecto con el objeto de ofrecer a los diferentes organismos marinos con requerimientos ecológicos compatibles con un sustrato duro y de morfología compleja, espacios en donde puedan encontrar alimentos y/o refugio, así como las condiciones para su crecimiento y reproducción, de manera que en un momento determinado pueda aprovecharse una parte de las poblaciones ya sea con fines comerciales o recreativos.

Se instalarán módulos a base de concreto y materiales naturales denominados arrecifes Azteca. Las estructuras servirán como sustrato amplio para la colonización de especies incrustantes y para el reclutamiento de peces con requerimientos de refugio. Se ubicarán en zonas planas o de escasas pendientes, arenosas, de baja diversidad y productividad, en el intervalo de 15 a 30 m de profundidad.

En conjunto trabajarán como unidades ordenadas que estarán distribuidas en una extensión total aproximada de 10 ha. El área seleccionada está compuesta principalmente por fondos blandos con superficies planas y lisas, o de escasa pendiente, arenosas, compactas, de baja diversidad y productividad.

El presente proyecto se implementa como una medida de mejoramiento y estrategia de recuperación de los ecosistemas y los recursos pesqueros que estos proveían en años previos recientes; es importante mencionar que las implicaciones ambientales de mayor relevancia se presentan con la colocación final de los arrecifes artificiales en el fondo del mar, toda vez que en muchos casos, los beneficios socioeconómicos de los proyectos en su conjunto, asociados al establecimiento de nuevas áreas de pesca, están a favor de esa práctica si el sitio de instalación no tiene un valor ambiental significativo (fondos arenosos y dañados por la pesca de arrastre), entonces el impacto puede

compensar los costos producto de su hundimiento y colocación y de las alteraciones temporales en la calidad del agua y los demás factores ambientales.

En tal sentido, el pronóstico del escenario ambiental bajo la operación del proyecto y la aplicación de sus medidas de prevención debe ser considerado como un proyecto de restauración del hábitat para aumentar la producción pesquera, que tienen un efecto a nivel regional asociado a la conservación de empleos y a la continuidad de la actividad productiva de la pesca ribereña, que se verá reflejada en el aumento de la economía regional, además de evitar la migración.

El proyecto integra conceptos de trabajo que resultan en sí mismos medidas de mitigación y compensación a los impactos derivados del deterioro como los son la debida aplicación de los criterios de selección de sitios para la instalación de los arrecifes, considerando no ubicarlos en rutas de navegación, a profundidades adecuadas en las cuales las estructuras no ocupen más de la cuarta parte de la columna de agua para que en ningún momento interfieran con la navegación y a su vez evitar el efecto del olaje sobre las mismas. Además de ser sitios donde la abundancia y la diversidad de las especies marinas es baja, están alejados de arrecifes rocosos naturales y de desembocaduras de ríos.

De esta forma la colocación de arrecifes artificiales formados con estructuras de concreto favorecerán las pesquerías locales de interés comercial por medio de la ampliación de los sitios de anidación, desove, protección y alimentación que proveen las estructuras, y por otra, protegerán el subsuelo marino y su riqueza biótica de prácticas pesqueras destructivas, no selectivas, que remueven los fondos y capturan tallas no comerciales de peces e invertebrados.

Así mismo, el proyecto coadyuvará en la conservación de especies en riesgo como lo son las tortugas marinas, al constituir un área más de alimentación para estos organismos.

Por lo antes expuesto se considera a este proyecto como medida compensatoria y de restauración de los ecosistemas tras las afectaciones causadas por el modelo de pesquerías que históricamente se ha aplicado en el área.

7.2. Programa de vigilancia ambiental.

El programa de vigilancia tiene como objetivo establecer las responsabilidades y los tiempos de ejecución de las acciones de protección ambiental durante el desarrollo del proyecto. Con lo anterior se pretende garantizar una oportuna y eficiente aplicación de las acciones para prevenir los impactos que ocasionará la construcción del arrecife artificial.

Dentro de los impactos con posibilidades de prevenir durante el tiempo de construcción del proyecto, se detectó la generación de residuos sólidos derivados del consumo humano.

Para ayudar a prevenir este impacto se implementará un taller de educación ambiental enfocado al manejo de los residuos sólidos, con el objeto de fomentar una cultura de respeto sobre el ambiente y

los recursos naturales del área, el cual estará dirigido principalmente a los empleados de obra que se involucren en la construcción de los arrecifes. Adicionalmente se implementará un programa de limpieza de todas las áreas involucradas en el proyecto, particularmente del terreno donde se construirán los arrecifes y la playa donde se concentraran temporalmente previo a su hundimiento. Mediante este programa, de forma periódica y con la frecuencia necesaria se efectuarán campañas de recolección de residuos sólidos para su disposición en el relleno sanitario local. Será el propio contratista quien se encargue de darle seguimiento al programa de limpieza, exhortando a los trabajadores de la construcción a no arrojar desechos sólidos al ambiente, indicándoles su colocación en los respectivos contenedores con separadores, que serán acondicionados para tal propósito.

Otro grupo de impactos negativos que se detectaron se refiere a la generación de polvos, ruido y emisión de contaminantes atmosféricos derivados de la operación de maquinaria y equipo para el vertido de materiales pétreos durante la construcción y el transporte de los arrecifes. Ante esto se plantea como medida de prevención que la maquinaria empleada opere respetando las normas de emisión de ruido y gases. Para esto se deberá implementar un programa de supervisión desde el inicio de los trabajos hasta el término de los mismos. El responsable de esta maquinaria deberá llevar una bitácora de mantenimiento, la cual mostrará a la autoridad competente cuando esta realice la inspección respectiva. Dicha inspección se hará al menos al inicio, a la mitad y al final del periodo de trabajo.

Para el resto de los impactos negativos, como la resuspensión de sedimentos y la dispersión temporal de la fauna marina de los sitios de hundimiento y colocación se propone llevar a cabo un registro de tomas videográficas de estas actividades, el cual se entregará a la autoridad competente cuando esta lo requiera, como evidencia del tipo de maniobras y del cuidado con el que estas se efectuarán, procurando hacer tomas previas y posteriores de la superficie específica donde cada estructura será colocada.

Así mismo, se llevará un registro de coordenadas con un gps, del sitio específico de hundimiento para las estructuras, con el cual se elaborará un mapa de localización final que será entregado a la autoridad competente al final de la etapa de hundimiento, para efectos del seguimiento posterior que esta considere pertinente.

Conforme a lo descrito en el capítulo V, en la etapa de operación del proyecto solo se prevé la generación de impactos positivos, tomando como referencia las experiencias obtenidas con arrecifes Azteca en otras partes del Océano Pacífico, particularmente en las costas de Michoacán y Colima. Sin embargo, al no existir información que permita verificarlo, debido a que no se tiene la experiencia de haber colocado este tipo de arrecifes artificiales en esta región del país, se considera prudente implementar un programa de monitoreo del desempeño de estas estructuras, para el cual se sugiere tomar en cuenta la opinión de los especialistas en el tema, respecto a aspectos como el tiempo necesarios para tener resultados confiables en términos de la dinámica del ecosistema, así como la metodología y los parámetros que deberán utilizarse como indicadores.

Derivado de lo anterior, en el cuadro 7.1 se calendarizan las acciones de vigilancia para el cumplimiento de las medidas de prevención planteadas.

Cuadro 7.1. Calendario de vigilancia ambiental.

ACCIÓN	ETAPA DEL PROYECTO	
	Construcción	Operación
Taller de educación ambiental	X	
Limpieza de playa	X	
Transporte y disposición final de residuos sólidos	X	
Supervisión de maquinaria y equipo	X	
Registro de tomas videográficas		
Registro de coordenadas y mapa de ubicación de arrecifes	X	
Seguimiento del desempeño del arrecife		X

7.3. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el presente análisis, apoyado en los trabajos técnicos realizados en campo y en la revisión bibliográfica existente para la zona se concluye lo siguiente:

El sitio propuesto para el proyecto es parte de un ecosistema marino con una marcada simplicidad en cuanto a sus componentes estructurales, prácticamente sin presencia de flora y fauna y un sustrato arenoso expuesto a la erosión por el movimiento del agua, que dificulta el establecimiento de muchas especies.

Con relación a los instrumentos de planeación revisados y analizados para el área de estudio, el proyecto no se contrapone con las políticas de desarrollo de dichos instrumentos.

Se detectaron 27 interacciones, de las cuales, 15 son negativas y las 17 restantes positivas. Ambas operan en todas las fases del proyecto.

Trece de las interacciones negativas se clasifican como irrelevantes o compatibles y solo dos presentan efecto moderado. Por su parte, de las interacciones positivas, nueve son consideradas irrelevantes, una como moderada y las siete restantes como severas.

Los factores del medio natural y socioeconómico que reciben la mayor cantidad de interacciones del proyecto son en orden decreciente por su valor de importancia el sector social, la fauna marina, el aire, el suelo marino, la vegetación, el agua y el paisaje.

La cantidad de acciones adversas permiten ordenar de forma decreciente las etapas de colocación, hundimiento, transporte, construcción y operación, mientras que, al usar como criterio las acciones el orden es exactamente inverso.

De lo anterior se puede concluir que entre el proyecto y el ambiente que lo circunscribe solo existen dos interacciones negativas que merecen ser atendidas y se refieren a la modificación del relieve del lecho marino que eventualmente causaría la colocación de los arrecifes artificiales. El resto de los impactos negativos por su reducido nivel de significancia no requieren la misma atención. Por el contrario, por su naturaleza restauradora la construcción de estos arrecifes artificiales tendrá numerosos efectos benéficos, sobre todo en la etapa de operación, que ayudaran a mejorar tanto ambientes marino como la situación económica de las cooperativas pesqueras.

En su conjunto, el balance general del proyecto refleja un efecto positivo general sobre el sistema ambiental y socioeconómico del área marítima cercana a Zihuatanejo, contribuyendo a una pesca sustentable y sostenible a largo plazo.

7.4. Bibliografía consultada

Álvarez, T. y F. De Lachica, 1991. Zoogeografía de los vertebrados de México. SITESA-IPN. México, 65 pp.

Álvarez, M. Jr.1961. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 24(2): 3-20.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. 609 p.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. 609 p.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Hidrológicas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. 609 p.

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).

Bojórquez-Tapia, L.A. y R.A. Ortega. 1989. Las evaluaciones de impacto ambiental: conceptos y metodologías. Pub. No. 2. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. 51 pp.

- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of environmental management* 53, 91-99.
- Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A. Cabrera, L. A. y A. Willink, 1980. Biogeografía de América Latina. Sría. Gral. de la OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología (13). 122 p.
- Casas-Andreu, G. & C. J. McCoy. 1979. Anfibios y Reptiles de México.
- Coneza Fernández, V. 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 3ª. Edición. Madrid, Esp. 412 pp.
- Canter, L.W. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Mc Graw-Hill/Interamericana de España. 1ª. Edición, pp 568588.
- DOF. 2000. Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto Ambiental. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 19 pp.
- Flores, V. O. y P. Geréz, 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO-UNAM. 439 p.
- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, 217 pp.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. 2. Wiley, John & Sons, New York.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. New York USA 851 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000. Resultados del XII Censo de población y Vivienda, 2000. Página oficial Internet www.inegi.gob.mx.
- Leopold, A. S. 1983. Fauna silvestre de México, aves y mamíferos de caza. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Editorial Pax-México. 673 pp.
- López-Ramos E. 1985. Geología de México. Tercera edición. México D.F. 454 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:29-179. México, D.F.
- Navarro S. A. G. 1997. Atlas de las Aves de México: Fase II. UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto E 18. México, D.F.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Ed. Diana. México D.F. 473 p.
- Roden, I. 1971. Aspect of transition zone in the Northeastern Pacific. *J. Geophys. Res.*, 5: 3462-3475.

Rzedowski, J., 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.

SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 2002.

SEMARNAT, 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental hidráulico, modalidad particular. Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales. 112 pp.

Sverdrup, H., M. Johnson & R. Fleming. 1942. The Oceans, Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. N.J., 1087 p.

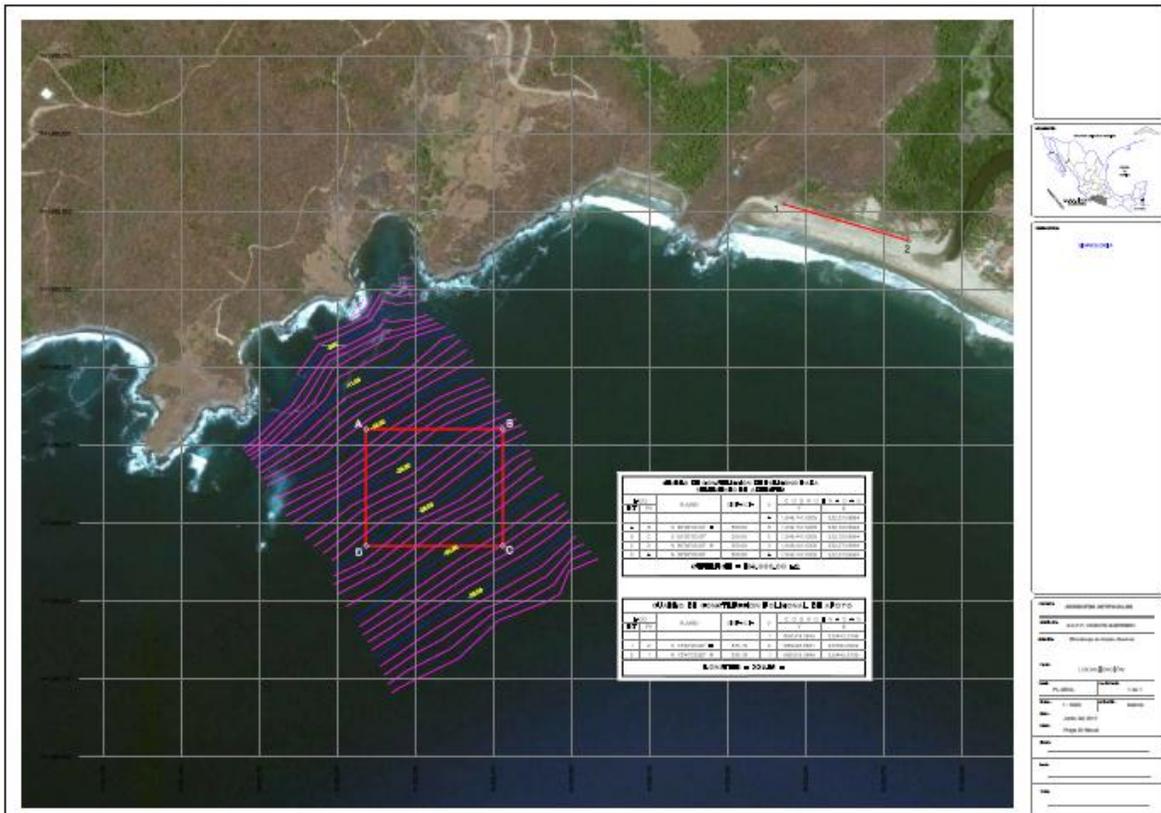
CAPÍTULO VIII.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

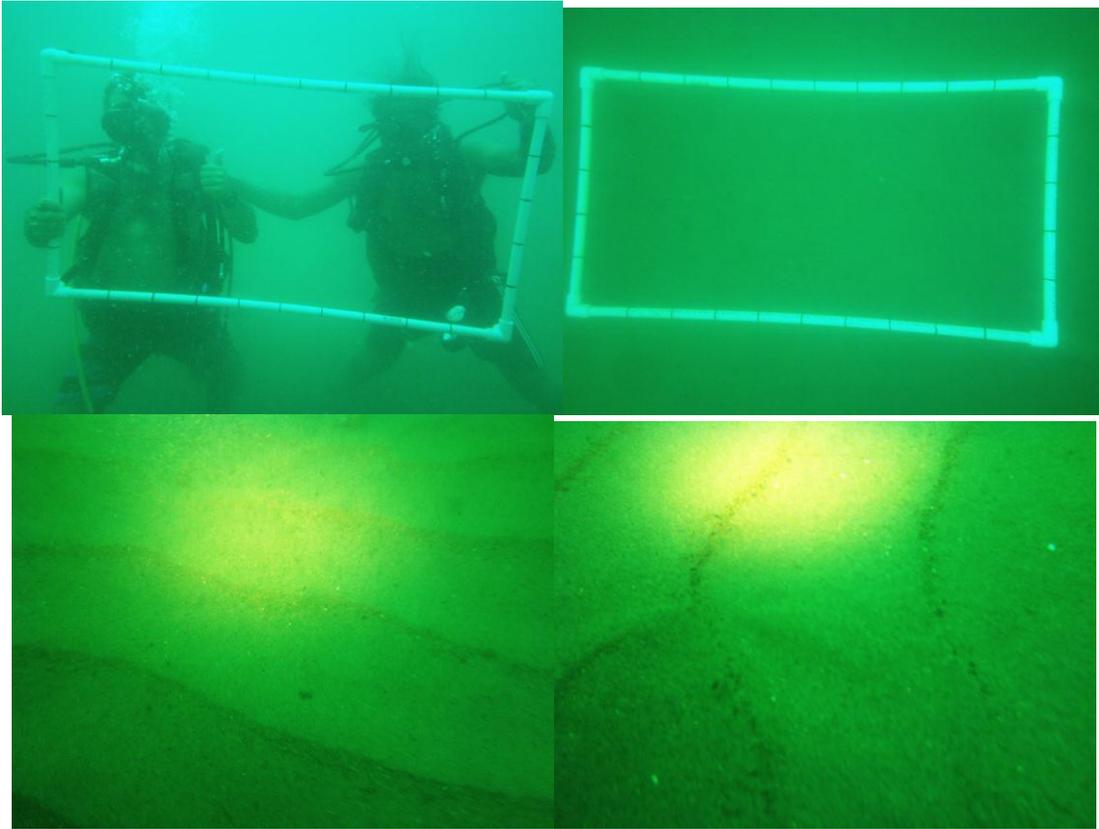
8.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

8.1.1. PLANOS DEFINITIVOS.

FIGURA 1. PLANO BATIMÉTRICO DEL SITIO PROPUESTO PARA EL PROYECTO.



8.1.2. FOTOGRAFÍAS.



Aspecto general del bentos marino en el sitio propuesto para el proyecto. Nótese el cuadrante utilizado como parcela de muestreo.



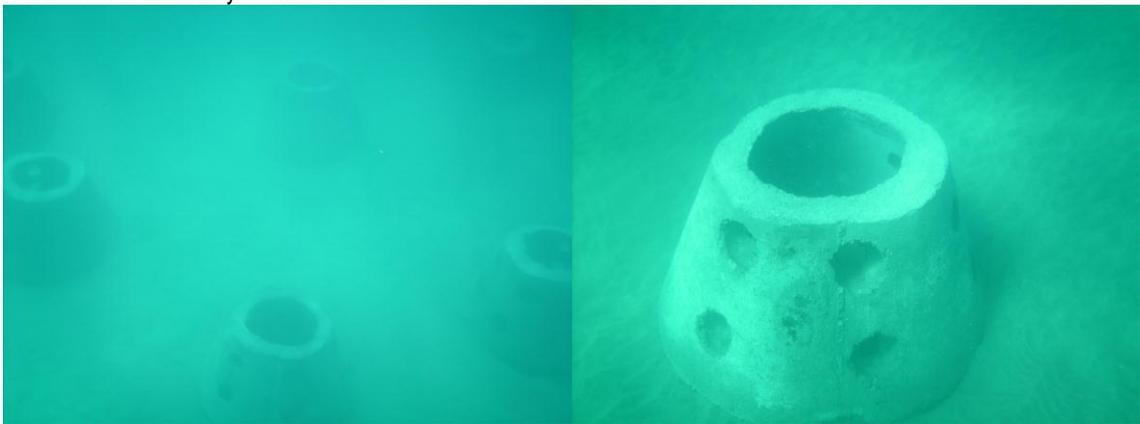
Unidades arrecifales recién construidas y forma de transporte terrestre.



Forma de transporte de unidades arrecifales en el mar



Proceso de hundimiento y acomodo de unidades arrecifales en el fondo marino.



Unidades arrecifales recién hundidas, donde se observa en acomodo espacial final.



Proceso de colonización de los arrecifes azteca



Arrecifes Azteca a un año de su hundimiento. Nótese la gran diversidad de fauna marina que albergan.

8.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

En este apartado se definen los términos técnicos que fueron empleados en la caracterización del proyecto.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Ancla: Parte de la instalación que entra en contacto con el suelo, y transmite las cargas de toda la escultura repartiéndolas sobre el terreno de contacto. Las dimensiones del anclaje se definen con base en el equilibrio de fuerzas entre la resistencia del terreno y el área de contacto de la escultura

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo

Cambio social: Producto de la capacidad particular innata de los seres humanos, de crear conocimientos, comunicarse entre ellos y aprender del pasado.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación

Capacidad de carga: El número máximo de individuos de una especie que pueden ocupar un hábitat completo sin perjudicar la capacidad productiva de éste. En el caso actual se aplica al hombre en relación con los recursos existentes, y se orienta a que la presencia de éstos se limite a un máximo prefijado en base al tipo de ecosistema.

Captación de agua: Recogida de las aguas provenientes de la lluvia

Cimentación: Colocación o construcción de los cimientos de una edificación

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Coefficiente de edificación: índice proporcional empleado para expresar la relación que hay entre la superficie de un terreno y la posible para construir dentro del mismo. Es el valor que indica el número de metros cuadrados que pueden edificarse en un sitio en relación con la superficie total de este.

Cultura: Los seres humanos se hacen a sí mismos ampliando y profundizando en su cultura. La cultura comprende una serie de relaciones entre los seres humanos y la naturaleza.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Desarrollo: Se lo define a partir de diferenciarlo del crecimiento que es sólo económico y el desarrollo en total incluye la cultura y al propio hombre. Por ello hoy los indicadores nuevos son los de desarrollo humano.

Desarrollo sostenible: Es aquel que garantiza, no sólo la subsistencia de los ecosistemas sino de la cultura, a partir de una sociedad equitativa, democrática y multicultural. Antes se lo asociaba sólo a lo ecológico hoy más a lo social la pobreza es el punto de partida de la insostenibilidad.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Degradación: Cambio o modificación de las propiedades físicas y químicas de un elemento, por efecto de un fenómeno o de un agente extraño. Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Depósito: Lugar o recipiente en el que se deposita algo.

Diversidad: Variedad de organismos vivos de todo tipo que viven en una determinada zona

Especie: La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes

Especie y subespecie en peligro de extinción: Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.

Especie y subespecie endémica: Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra circunscrita únicamente a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.

Especie y subespecie rara: Aquella especie cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos.

Especie y subespecie sujeta a protección especial: Aquella sujeta a limitaciones vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.

Especies amenazadas: Que suelen estar genéticamente empobrecidas y ser de baja fecundidad, dependientes de un recurso, poco uniformes o impredecibles, perseguidas o proclives a la extinción por la invasión del hombre y sus actividades en su territorio.

Especies introducidas: Especies que el hombre introduce en un ambiente diferente al propio de éstas o que llegan al lugar como resultado de una dispersión accidental.

Especies con estatus: Las especies y subespecies de flora silvestre, catalogadas como en peligro de extinción, amenazado, raro y sujeto a protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001.

Excavación: Hoyo o cavidad abiertos en un terreno

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre: Las especies vegetales, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Fragmentación de hábitat: hábitat dividido por obras del hombre, como carreteras, cercas, talas, cambio del uso del suelo como urbanización, que interrumpe la circulación de las especies. Hoy se insiste en los corredores biológicos como respuesta.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Infraestructura urbana: obras que dan soporte funcional para otorgar bienes y servicios óptimos para el funcionamiento y satisfacción, urbanos de una totalidad social, dentro de una connotación cultural determinada. Son las redes básicas de conducción y distribución como vialidad, agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, gas, teléfono, transportes, insumos, abastos y la eliminación d aguas negras, basura y desechos urbanos varios.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos

Maquinaria y equipo: Es el conjunto de mecanismos y elementos combinados destinados a recibir una forma de energía, para transformarla a una función determinada.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Natural: Producido por la naturaleza y no por el ser humano

Nivelación: Allanamiento o igualación de una superficie hasta conseguir su horizontalida

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Remoción: Movimiento repetido de algo

Subsuelo: Área debajo de una capa de tierra.

Subterráneo: Cualquier lugar debajo de la tierra.

Submarino: Cualquier lugar debajo de la superficie del mar.

Trazo: Línea o raya que se escribe o dibuja

Zona costera: Área de la superficie terrestre donde interactúan las aguas oceánicas o marinas, las aguas dulces, las tierras emergidas y sumergidas y la atmósfera. En las tierras emergidas se extiende hasta el límite de las comunidades vegetales que reflejan la influencia de las condiciones hidroclimáticas litorales (vientos, salinidad, humedad, etc.) y en las tierras sumergidas su extensión llega hasta donde la penetración de la luz solar permite el establecimiento de comunidades marinas litorales

8.3. OTROS ANEXOS.

Zihuatanejo, Guerrero, a 03 de julio de 2017.

M.V.Z. MATÍN VARGAS PRIETO
DELEGADO FEDERAL DE LA SEMARNAT EN GUERRERO
P R E S E N T E

La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Vicente Guerrero S.C. de R.L., con domicilio para oír y recibir notificaciones en Calle La Noria No. 1, Col. La Noria, CP 40880, Zihuatanejo de Azueta, Guerrero, tiene en proyecto el **"ENRIQUECIMIENTO DE PRADERAS MARINAS MEDIANTE ARRECIFES ARTIFICIALES PARA LA RECUPERACIÓN DE LA PESQUERIA RIBEREÑA EN ZIHUATANEJO, GUERRERO"**.

En apego a lo establecido en la fracción III del inciso A) del artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, solicito autorización en materia de impacto ambiental para el referido proyecto; para efecto de lo anterior se anexa al presente lo siguiente:

1. Original de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular
2. Original y copia del Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.
3. Dos discos compactos que contienen en formato electrónico la Manifestación de Impacto Ambiental y el Resumen Ejecutivo, uno de ellos para consulta al público.
4. Original de la declaración bajo protesta de decir verdad de quienes elaboraron la manifestación de impacto ambiental
5. Original y copia de la identificación oficial vigente, del acta constitutiva y acta de elección de la mesa directiva del promovente.
6. Original y copia del recibo de pago de derechos por concepto de recepción, evaluación y resolución de la MIA-P.

En espera de la respuesta a esta solicitud, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

C. ANAEL SÁNCHEZ ROSAS
PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN
PESQUERA VICENTE GUERRERO S.C. de R.L.

Zihuatanejo, Guerrero, a 03 de julio de 2017.

M.V.Z. MATÍN VARGAS PRIETO
DELEGADO FEDERAL DE LA SEMARNAT EN GUERRERO
P R E S E N T E

De conformidad con el artículo 36 del Reglamento vigente de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los que suscribimos declaramos, bajo protesta de decir verdad, que los resultados para la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el proyecto "**ENRIQUECIMIENTO DE PRADERAS MARINAS MEDIANTE ARRECIFES ARTIFICIALES PARA LA RECUPERACIÓN DE LA PESQUERÍA RIBEREÑA EN ZIHUATANEJO, GUERRERO**", se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales detectados.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

BIOL. LORENA VILLANUEVA VILLANUEVA
PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS

C. ANAEL SÁNCHEZ ROSAS
PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD
COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN PESQUERA
VICENTE GUERRERO S.C. de R.L.

C. JORGE ALBERTO RENDÓN TERRAZAS
RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Cantidades actualizadas conforme al Anexo 19 de la Resolución Miscelánea Fiscal para 2016, publicado el miércoles 23 de diciembre de 2015, en el Diario Oficial de la Federación, por los servicios enunciados en el Artículo 194-H, fracciones II y III de la Ley Federal de Derechos.

ARTICULO 194-H.- Por los servicios que a continuación se señalan, se pagará el derecho de impacto ambiental de obras o actividades cuya evaluación corresponda al Gobierno Federal, conforme a las siguientes cuotas:

I...

II. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la manifestación de impacto ambiental, en su **modalidad particular**, de acuerdo con los criterios ambientales de la TABLA A y la clasificación de la TABLA B:

- a) \$30,069.45
- b) \$60,140.31
- c) \$90,211.18

TABLA A			
No.	CRITERIOS AMBIENTALES	Respuesta	Valor
1	¿Se trata de obras o actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación?	No	1
		Si	
2	¿Para el desarrollo del proyecto se requiere la autorización de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo de áreas forestales, en selvas o zonas áridas?	No	1
		Si	
3	¿El proyecto implica el uso o manejo de al menos una sustancia considerada dentro de las actividades consideradas altamente riesgosas?	No	1
		Si	

Para determinar la cuota que le corresponde pagar, se debe calificar cada uno de los criterios anteriores y su clasificación será de acuerdo a la suma de los valores obtenidos.

TABLA B		
GRADO	CUOTA A PAGAR SEGÚN EL INCISO CORRESPONDIENTE A LAS FRACCIONES II Y III DE ESTE ARTÍCULO	RANGO (CLASIFICACIÓN)
Mínimo	a)	Total= \$30,069.45

ATENTAMENTE

BIOL. LORENA VILLANUEVA VILLANUEVA
PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS

C. ANAEL SÁNCHEZ ROSAS
PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD
COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN
PESQUERA VICENTE
GUERRERO S.C. de R.L.

C. JORGE ALBERTO RENDÓN TERRAZAS
RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DOCUMENTOS NOTARIADOS DEL PROMOVENTE