

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PARA EL:

“PROYECTO DE DESARROLLO DEL PUERTO DE EL SAUZAL, BAJA CALIFORNIA”

QUE PRESENTA:

ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL DE ENSENADA, S.A. DE C.V.



**ADMINISTRACIÓN
PORTUARIA INTEGRAL
DE ENSENADA S.A. de C.V.**

ELABORADO POR:

LORAX
LORAX CONSULTORES, S.A. DE C.V.

ENERO, 2010

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1	Datos generales del proyecto.....	1
I.2	Datos generales del promovente	1
I.3	Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental	5
II.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.....	8
II.1	Información general del proyecto	8
II.2	Características particulares del proyecto	11
II.3	Descripción de las obras y actividades	17
II.4	Requerimiento de personal e insumos.....	25
II.5	Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones.....	27
II.6	Identificación de las posibles afectaciones al medio ambiente que son características del o los tipos de proyecto.	28
III.	VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	30
III.1	Información Sectorial.....	30
III.2	Análisis de los instrumentos de planeación	34
III.3	Análisis de los instrumentos Normativos.....	49
III.4	Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas (ANP).....	51
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	54
IV.1	Delimitación del área de estudio	54
IV.2	Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional.....	58
IV.3	Diagnostico Ambiental Regional	195
IV.4	Construcción de Escenarios Futuros	198
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SAR	202
V.1	Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional	202
V.2	Método para evaluar los impactos ambientales	203
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	220
VI.1	Descripción de las medidas	220
VI.2	Impactos residuales	221
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	221
VII.1	Pronóstico del escenario	223
VII.2	Programa de vigilancia ambiental	223
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	224
IX.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....	226
IX.1	Formatos de presentación.....	226
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	227

TABLAS

Tabla I.- Inversión requerida para el proyecto.....	11
Tabla II. Masa de los elementos que constituyen el rompeolas.....	14
Tabla III. Volúmenes de materiales pétreos requeridos para la construcción del rompeolas y espigón	14
Tabla IV. Superficies del proyecto.....	16
Tabla V. Programa general de trabajo	18
Tabla VI. Requerimiento de personal para la realización del proyecto	25
Tabla VII. Requerimiento de materiales para la realización del proyecto	26
Tabla VIII. Características combustibles y lubricantes para la realización del proyecto	27
Tabla IX.- Niveles de ruido estimados por la operación de la maquinaria	28
Tabla X. Vinculación del proyecto con los objetivos nacionales del PND 2007-2012.....	34
Tabla XI. Vinculación con el eje rector “Economía competitiva y generación de empleos”	36
Tabla XII. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del eje rector “Sustentabilidad ambiental”	38
Tabla XIII. Vinculación del proyecto con las estrategias y metas del PNI 2007-2012	39
Tabla XIV. Vinculación del proyecto con los objetivos generales del PSCT	40
Tabla XV. Vinculación del proyecto con el PED.....	41
Tabla XVI. Vinculación con los lineamientos generales y para la política de Aprovechamiento con consolidación del POEBC	44
Tabla XVII. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UGA19 del COCOTREN.....	45
Tabla XVIII. Vinculación del proyecto con el PMDE.....	47
Tabla XIX. Vinculación del proyecto con el PDUCPE	48
Tabla XX. Temperatura registrada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002).....	58
Tabla XXI. Temperaturas promedio, máximas y mínimas. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)	60
Tabla XXII. Precipitación registrada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002).....	63
Tabla XXIII. Estadística histórica de precipitación acumulada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)	65
Tabla XXIV. Estadística histórica de la evaporación promedio. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)	65
Tabla XXV. Porcentaje de días con tormentas eléctricas. Estación meteorológica Ensenada (1960- 1995).....	65
Tabla XXVI. Histórico del porcentaje de días con tormentas eléctricas. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)	67
Tabla XXVII. Porcentaje de días con granizo registrados. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)	67
Tabla XXVIII. Porcentaje de días con niebla. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995).....	68
Tabla XXIX. Trayectorias de ciclones tropicales cercanas al SAR (1951-1977).....	69
Tabla XXX. Extensión de las cuencas hidrográficas que desembocan dentro del Sistema Ambiental	93
Tabla XXXI. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de periodo y altura del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/01)	109
Tabla XXXII. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de dirección y altura del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/21).....	109
Tabla XXXIII. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de periodo y dirección del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/01).....	109
Tabla XXXIV. Planos de marea reportados para Ensenada	114
Tabla XXXV. Plantas de tratamiento que opera la CESPE.....	135
Tabla XXXVI.- Listado de macroalgas registradas dentro de los límites del SAR	142
Tabla XXXVII. Especies de flora marina presente en el sustrato rocoso-arenoso en el área de estudio correspondiente a la zona submareal	146
Tabla XXXVIII.- Especies de aves registradas en cuya presencia ha sido reportada dentro del SAR.....	147
Tabla XXXIX.- Especies de anfibios y reptiles reportados dentro del SAR.....	151
Tabla XL.- Listado taxonómico de las especies de mamíferos registrados dentro del SAR.....	151
Tabla XLI.- Especies de mamíferos observados dentro del polígono que delimita al SAR	155
Tabla XLII. Listado de aves marinas encontradas en la playa y en el espigón dentro del Puerto de El Sauzal, Ensenada, Baja California	156
Tabla XLIII. Características de ocurrencia, distribución y profundidad de buceo de los mamíferos observados en el sitio del proyecto	157
Tabla XLIV. Características de distribución y profundidad de peces en el sitio del proyecto	158
Tabla XLV. Listado taxonómico de las especies encontradas en la zona intermareal arenosa	160

Tabla XLVI. Especies de invertebrados marinos presente en el área del proyecto en el sustrato rocoso-y sustrato de arena (señalado en negritas) de la zona submareal del Sauzal, Baja California	161
Tabla XLVII. Dinámica poblacional del CPE en el periodo 1970 a 2005	172
Tabla XLVIII. Datos de viviendas, presencia o carencia de servicios en las viviendas	174
Tabla XLIX. Población de 15 años y mas que son analfabetos o tienen un nivel de educación	184
Tabla L. Estructura del Sistema Ambiental Regional (SAR)	192
Tabla LI. Matriz de interacciones entre los componentes ambientales.....	192
Tabla LII. Interacciones de los componentes del SAR.....	193
Tabla LIII. Características y clasificación de los impactos determinados	217
Tabla LIV. Resumen de las características de los impactos.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla LV. Impactos ambientales y sus correspondientes medidas de mitigación	220

FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto	2
Figura 2. Microlocalización del proyecto	3
Figura 3. Dimensiones del proyecto	4
Figura 4. Diseño de muelles para barcos de carga. (unidades en metros).....	13
Figura 5. Sección tipo para ampliación del rompeolas, sección 0+015.318 (unidades en metros)	14
Figura 6. Imagen de Satélite de la zona urbana de El Sauzal de Rodríguez, Ensenada	20
Figura 7. Diseño conceptual del tablaestacado, rellenos y muelles.....	21
Figura 8. Cajones de concreto armado con relleno granular	23
Figura 9. Muelle de bloques prefabricados	23
Figura 10. Muelle piloteado	23
Figura 11. Calidad de la infraestructura portuaria a nivel internacional	31
Figura 12. Mapa de las Regiones Marinas Prioritarias (Tomado de CONABIO, 2009b)	53
Figura 13. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en la región Noroeste (CONABIO, 2009a).....	53
Figura 14. Delimitación de zona marina para el SAR utilizando la isobata de -50 m y el Cañón Submarino	56
Figura 15. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)	57
Figura 16. Carta de Efectos Regionales Climáticos mayo-octubre, Ensenada H11-2.....	61
Figura 17. Carta de Efectos Regionales Climáticos noviembre-abril, Ensenada H11-2.....	62
Figura 18. Ciclones tropicales registrados en el periodo 1950-2007 con trayectorias cercanas al sitio del proyecto	69
Figura 19. Fallas regionales del Norte de Baja California	90
Figura 20. Carta edafológica, Escala 1 250 000, Ensenada H11-2	94
Figura 21. Cuencas hidrológicas en la zona del Sistema Ambiental Regional y límites de la celda litoral III	95
Figura 22. Carta hidrológica superficial, Escala 1 250 000, Ensenada H11-2	96
Figura 23. Carta hidrológica de aguas subterráneas, Escala 1 250 000, Ensenada, H11-2	97
Figura 24. Batimetría de la Bahía de Todos Santos	99
Figura 25. Batimetría de la zona marina alrededor del puerto de El Sauzal.....	100
Figura 26. Batimetría detallada al interior del puerto y en la zona del proyecto	101
Figura 27. Campos de velocidad instantánea para el Modo A y el Modo B a 5 m (Mateos <i>et al.</i> , 2009)	103
Figura 28. Altura significativa promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX.....	107
Figura 29. Periodo promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX.....	108
Figura 30. Dirección promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX	108
Figura 31. Campo de oleaje de la Bahía Todos Santos para la condición de oleaje de mayor altura	110
Figura 32. Campo de oleaje de la Bahía Todos Santos para la condición de oleaje de menor altura	111
Figura 33. Campo de oleaje en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura	112

Figura 34. Campo de oleaje en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de menor altura	113
Figura 35. Celdas litorales dentro del SAR	116
Figura 36. Distribución y clasificación de cantiles en la zona Norte de la celda litoral I.....	118
Figura 37. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (A2-A6).....	120
Figura 38. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (A5-A7).....	121
Figura 39. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (playa arenosa en el segmento A7 - A8)	122
Figura 40. Distribución y clasificación de cantiles en la zona Sur de la celda litoral I.....	122
Figura 41. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C4-C6).....	123
Figura 42. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C6-C12).....	124
Figura 43. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C13-C15).....	125
Figura 44. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C15-C17).....	126
a) playa arenosa y cantiles activos en el segmento C15 - C16 y b) playa rocosa y muro en el segmento C16 - C17	126
Figura 45. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I, playa arenosa y muro en el segmento C17 - C18.....	127
Figura 46. Procesos de erosión en los cantiles de la celda litoral Salsipuedes:	132
Figura 47. Indicadores bacteriológicos identificados en el SAR a) Coliformes totales, b) Coliformes fecales y c) Enterococos.....	138
Figura 48. Aspecto de los sustratos arenosos y rocosos en cuanto a la presencia de macroalgas en el medio marino	146
Figura 49. Aves marinas encontradas en el sitio del proyecto.....	157
Figura 50. Ejemplares de lobos de California (<i>Zalophus californianus</i>) observados en el espigón dentro del puerto El Sauzal	158
Figura 51.- Cabrillas areneras (<i>Paralabrax nebulifer</i>) observadas en el sustrato arenoso-rocoso.....	159
Figura 52. Áreas de observación definidas para las inmediaciones del sitio del proyecto	164
Figura 53. Elementos naturales que conforman a la bahía, como se aprecian desde la franja costera adyacente al proyecto.	167
Figura 54. Aspecto de algunas construcciones colindantes a la zona federal marítimo terrestre en la franja costera adyacente al proyecto. .	167
Figura 55. Cantil cercano al sitio del proyecto en la costa de la Bahía de Todos Santos.....	168
Figura 56. Valor estético de la franja costera adyacente al proyecto.	169
Figura 57. Principales zonas de rompientes para surf en el SAR.....	182
Figura 58. Comparativo de actividades por sector dentro del CP.....	184
Figura 59. Porcentaje del personal ocupado en los distintos sectores de actividad (INEGI, 2003).....	188
Figura 60. Campo de oleaje modificado en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura.....	210
Figura 61. Campo de oleaje modificado en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura.....	210
Figura 62. Diferencia entre las alturas del oleaje antes y después de la construcción de las estructuras (condición de alturas máxima promedio)	211
Figura 63. Diferencia entre las alturas del oleaje antes y después de la construcción de las estructuras (condición de alturas mínima promedio)	211

ANEXOS

- Anexo I. Documentos que acreditan la personalidad del promovente y representante legal
- Anexo II. Documentos que acreditan al responsable del estudio
- Anexo III. Proyecto de las obras y Memoria técnica
- Anexo IV. Autorizaciones del sitio de tiro de materiales de dragado
- Anexo V. Análisis CRETÍ de los sedimentos del Recinto Portuario de El Sauzal
- Anexo VI. Hojas de seguridad de las sustancias que serán utilizadas (MSDS)
- Anexo VII. Estudios técnicos
- Anexo VIII. Memoria técnica del estudio de impacto ambiental
- Anexo IX. Programa de vigilancia ambiental

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

“Desarrollo del Puerto de El Sauzal, Baja California.”

I.1.2 Datos del sector y tipo de proyecto

Sector: Vías generales de comunicación

Subsector: Infraestructura portuaria

Tipo de proyecto: Ampliación de Instalaciones Portuarias

I.1.3 Estudio de riesgo y su modalidad

No aplica. No se utilizarán sustancias peligrosas durante la realización de este proyecto.

I.1.4 Ubicación del proyecto

El proyecto se realizará en el puerto de El Sauzal, ubicado 9 Km. al Norte de la Ciudad de Ensenada, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. El proyecto se ubica en la latitud Norte 31° 53' 37.80" y la longitud Oeste 116° 42' 12.87". En la Figura 1 y la Figura 2 se muestra la localización del proyecto.

I.1.5 Dimensiones del proyecto

El puerto de El Sauzal tiene autorizado el uso de una superficie de 211.19 ha, de acuerdo al decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Julio de 2003. De la superficie total del Puerto de El Sauzal, este proyecto ocupará 51.19 ha, equivalente al 24.23% del total, para construir obras portuarias y/o ampliar las existentes. Se utilizarán 5 ha. adicionales fuera de la poligonal del recinto portuario para continuar el canal de acceso hasta la isobata de -12 m. En la Figura 3 se presenta las dimensiones del proyecto.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V. En el Anexo I se presentan los documentos que acreditan a personalidad del promovente

I.2.2 Registro Federal de contribuyentes del promovente

API-940622-CE0

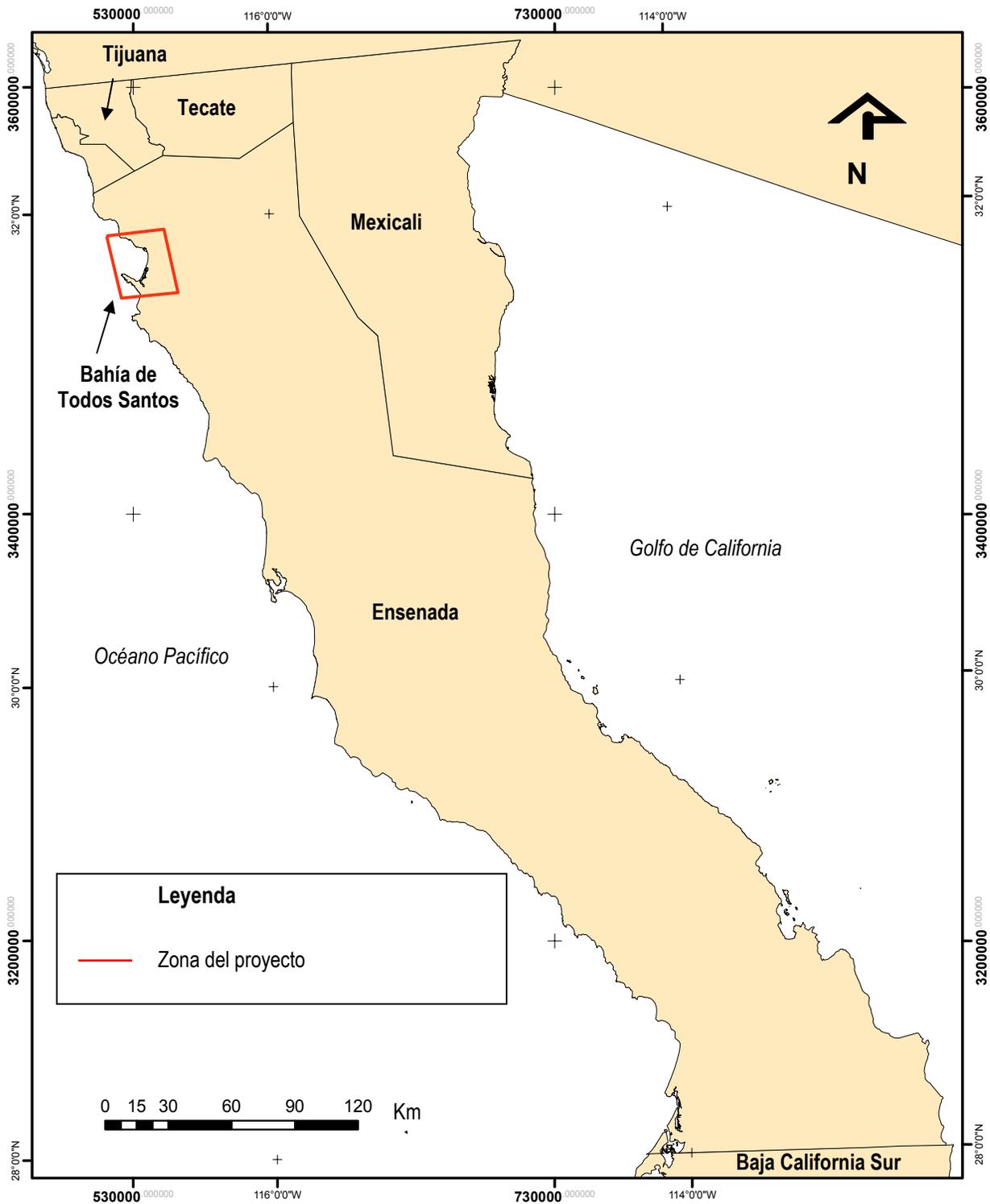
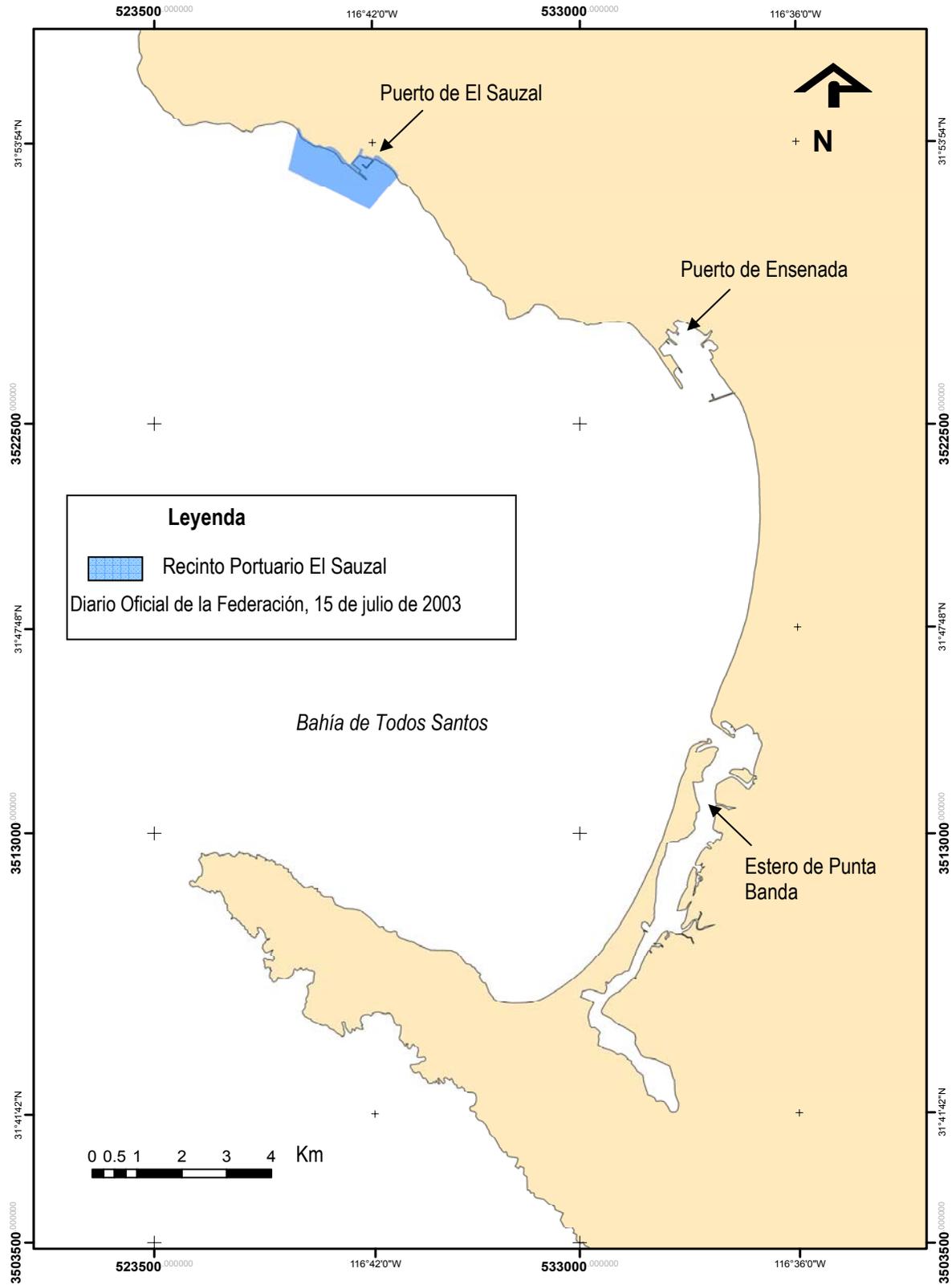


Figura 1. Macrolocalización del proyecto



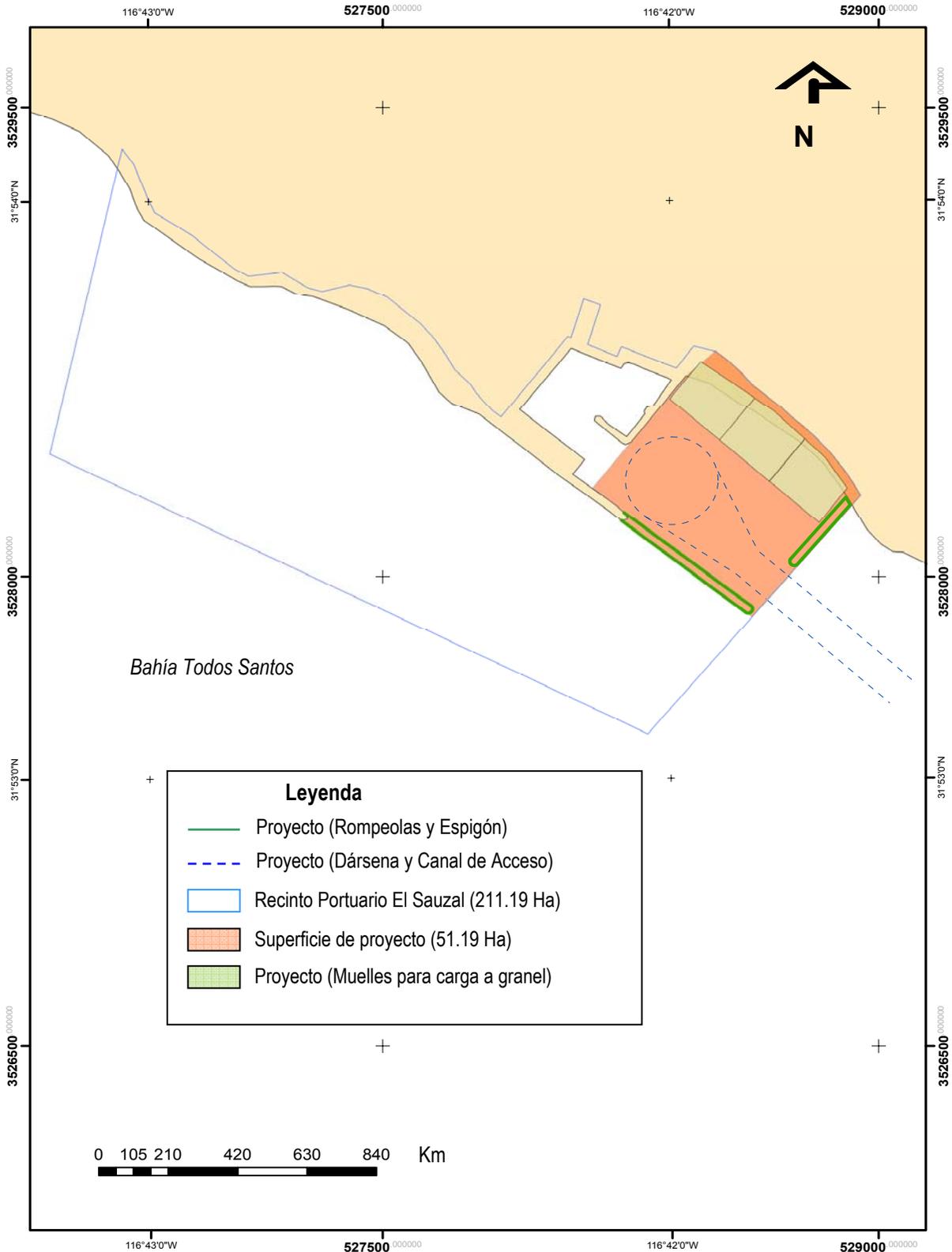


Figura 3. Dimensiones del proyecto

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Lic. Juan René Álvarez Sobrino.

Subgerente jurídico

I.2.4 RFC y CURP del representante legal

RFC: AASJ-720812-3G6

CURP: AASJ720812HBCLBN08

I.2.5 Dirección del promovente para recibir y oír notificaciones

Calle y número: Blvd. Costero Gral. Lázaro Cárdenas No. 656 Local 7
Centro Comercial "Plaza Marina"

Colonia: Zona Centro

Municipio o delegación: Ensenada

Entidad Federativa: Baja California

Código postal: 22800

Teléfono: (646) 178 28 60

Fax: (646) 178 27 75

Correo electrónico: ecologia@puertoensenada.com.mx

I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Lorax Consultores, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

LCO-991221-U11

I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

M.C. Carlos Francisco Peynador Sánchez

I.3.4 RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

PESC-700201-4M9

I.3.5 CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

PESC 700201HDFYNR03

I.3.6 Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

En el Anexo II se presentan copia de la cédula profesional del responsable de la elaboración del estudio (cédula No. 2613610). En el mismo anexo se presenta la cédula del responsable del estudio para ejercer profesionalmente en el nivel de maestría (cédula No. 5130475).

I.3.7 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle y número: Madrid 483-A
Colonia: Ampliación Moderna
Municipio o delegación: Ensenada
Entidad federativa: Baja California
Teléfono: (646) 174-5542
Fax: (646) 174-5542
Correo electrónico: cpeynador@lorax.com.mx

Los abajo firmantes, bajo protesta de decir la verdad, manifiestan que la información relacionada con la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto “Desarrollo del Puerto de El Sauzal, Baja California.” bajo su leal saber y entender es real, fidedigna y saben de la responsabilidad en que incurrirán los que declaran con falsedad ante autoridad distinta de la judicial, como lo establece el artículo 247 del código penal.

POR EL PROMOVENTE:

Lic. Juan René Álvarez Sobrino

Subgerente jurídico.

POR EL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO:

MC. Carlos Francisco Peynador Sánchez

Equipo técnico que participó en la elaboración del estudio.

Ocean. Williard Alfredo Ferrer Martínez

M.C. Alma Dora Morelos Villegas

M.C. Evaristo Rojas Mayoral

Biol. Andrea Liévana MacTavish

M.C. Yoal Antonio Aguilar Hernández

Ocean. Octavio Telles Hirsch

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La Administración Portuaria Integral (API) de Ensenada realiza este proyecto como parte de las actividades diseñadas para dar cumplimiento a lo establecido en el segundo *addendum* al Título de Concesión del Puerto de Ensenada. El *addendum*, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007, tiene como objetivos el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes del dominio público de la Federación que integran los recintos portuarios de Ensenada y El Sauzal, en el Municipio de Ensenada, Estado de Baja California.

A partir de la formación de las API en 1993, el Puerto de Ensenada ha sido modernizado en diversos aspectos que le permiten dar servicios marítimos de clase mundial. Sin embargo, en el mismo tiempo el Puerto de El Sauzal no ha sido modernizado al mismo nivel, quedando rezagado ante las exigencias de operación actuales.

Con este proyecto, la API Ensenada comienza una nueva etapa para la operación del Puerto de El Sauzal, de forma que permita aumentar el nivel de servicios que ofrece. Se prevé la reubicación paulatina de actividades del Puerto de Ensenada al Puerto de El Sauzal, como son las actividades relacionadas con la pesca y los astilleros, los servicios de carga general y contenerizada; y, si las condiciones se presentan, también se incluirían las actividades de graneles agrícolas y graneles minerales.

El proyecto consiste en la realización de un conjunto de obras, pertenecientes al Sector de vías generales de comunicación, dentro del recinto portuario de El Sauzal. Las obras que considera el proyecto son las siguientes:

- Construcción de 3 muelles para el manejo de cargas a granel y carga general unitizada.
- Ampliación del Rompeolas existente y construcción de nuevo espigón.
- Dragado para ampliar la zona navegable dentro del puerto (canal de acceso y dársena)

Este tipo de proyecto requiere de autorización en materia de impacto ambiental por su posible afectación a ecosistemas costeros, de acuerdo con lo establecido por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el artículo 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

II.1.2 Justificación y objetivos

Justificación Legal

El 30 de junio de 1994, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgó la concesión del Puerto de Ensenada a la Administración Portuaria Integral de Ensenada S.A. de C.V., dando origen a esta entidad mercantil, encargada de crear las condiciones optimas para el desarrollo del Puerto.

El título de concesión se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 26 de septiembre de 1994; con lo cual la API Ensenada se obliga a dar cumplimiento a los lineamientos jurídicos establecidos en los artículos 41 de la Ley de Puertos y 39 de su reglamento, así como a la cláusula décima del título de concesión con relación a la elaboración del Programa Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP). Con este decreto la API Ensenada tiene la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de bienes de dominio público de la Federación y de obras e instalaciones propiedad del Gobierno Federal, así como para la construcción de marinas, terminales e instalaciones portuarias y la prestación de los servicios portuarios.

Con fecha 15 de diciembre de 2006, el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgó a la Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V. un segundo *addendum* al Título de Concesión, para la administración portuaria del puerto y recinto portuario de El Sauzal, B.C., documento que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007.

La API Ensenada en cumplimiento de sus obligaciones legales y con fundamento en lo indicado en los Artículos 1, 14, 15, 20, 38, 39, 40 y 41 de la Ley de Puertos y los Artículos 8, 10 y 39 del Reglamento de la Ley de Puertos, pretende realizar el proyecto de Desarrollo del Puerto del Sauzal, Baja California.

Con la realización de este proyecto se impulsa el cumplimiento de políticas y lineamientos de desarrollo del Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada, Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010, Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada 2030 Programas de Desarrollo del Estado de Baja California.

Justificación Operativa

Este proyecto surge por la necesidad que existe en el Puerto de Ensenada para crear nuevas áreas operativas y de subsanar las carencias logísticas que imposibilitan el buen desarrollo de las cadenas productivas que utilizan este recinto portuario. Las características del desarrollo urbano y la dinámica de transporte de la Ciudad de Ensenada son los factores principales que interfieren con la operación de las instalaciones portuarias e imposibilitan los planes de crecimiento.

Actualmente el Puerto de Ensenada presenta la siguiente problemática:

- Patios y áreas de almacenamiento con capacidad limitada para el desarrollo de las actividades portuarias y la creación de nuevas áreas de negocio que exige actualmente el mercado.
- Conexiones terrestres insuficientes y deficientes que causan problemas de tráfico provocado por la circulación de autotransporte pesado originado por la actividad portuaria, que interfiere con las actividades urbanas de la Ciudad de Ensenada.
- Imposibilidad del puerto para la inminente necesidad de expansión territorial, debida a la falta de reserva territorial y a la aglomeración urbana de la ciudad circundante en este en el recinto portuario.
- Fuerte oposición social ante la posibilidad de conectar al Puerto de Ensenada con el sistema Ferroviario Nacional.

Además, la API de Ensenada prevé afrontar en el mediano plazo las condiciones de operación siguientes:

- El Puerto de Ensenada tiende a convertirse en un puerto con vocación predominantemente turística.
- Crecimiento considerable del flujo de autotransporte generado por la actividad portuaria.
- Crecimiento del movimiento de carga comercial y de las actividades portuarias para los años venideros.
- Demanda creciente de servicios conexos a la carga y de actividades logísticas.
- Posibilidad de manejar nuevos tipos de carga por el puerto e incursionar en nuevos negocios para la API de Ensenada.

Debido a estas circunstancias, la API de Ensenada plantea utilizar las instalaciones del Puerto de El Sauzal como la mejor opción para solucionar las deficiencias actuales y cubrir los requerimientos portuarios de la ciudad a futuro. Las características que hacen del Puerto de El Sauzal la mejor opción de desarrollo son las siguientes:

- Se localiza a 8 Km. hacia el Norte del Puerto de Ensenada en zona declarada de uso industrial y a un costado de la Carretera Tijuana - Ensenada, fuera de la Ciudad de Ensenada.
- Está ubicado justo en la conexión de las carreteras federales de Tecate - Ensenada y Tijuana - Ensenada. A tan sólo 4 Km. de donde se tiene contemplado que cruce el libramiento de la Ciudad de Ensenada con la carretera Tecate - Ensenada.
- Tiene infraestructura portuaria en uso y dispone de superficie para ampliación dentro de la misma superficie del recinto.

La API de Ensenada pretende alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Cumplir con el objetivo del segundo *addendum* al Título de Concesión publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007.

Objetivos específicos:

- Construcción de 3 muelles para el manejo de cargas a granel y carga general unitizada.
- Ampliación del Rompeolas existente y construcción de nuevo espigón.
- Dragado para ampliar la zona navegable dentro del puerto (canal de acceso y dársena)

II.1.3 Inversión requerida

La inversión requerida para el proyecto fue estimada en \$446,834,145.00 pesos (US\$34,371,857.00 dólares). La estimación fue realizada con base a proyectos similares realizados en México e indicadores de Drewry Shipping Consultants Ltd. en Typical Benchmark Port Constructions Costs. El desglose de la inversión se presenta en la Tabla I.

Tabla I.- Inversión requerida para el proyecto

Descripción de Obra	Cantidad	U	C.U. (USD)	Total (USD)	Total (MXN)
3 Muelles para manejo de carga	600	m	20,000	12,000,000	156,000,000
1 Rompeolas (ampliación)	483.96	m	12,440	6,070,720	78,919,360
1 Espigón	268	m	12,440	3,333,920	43,340,960
Dragado	2,123,275.33	m ³	4	8,493,101.32	110,410,317.16
Servicios (agua, luz)	15% de inv	lote		4,484,661	58,300,595
			TOTAL	34,382,403	446,971,232

U = Unidades, C.U. = Costo Unitario, USD = Dólares estadounidenses; MXN = Pesos mexicanos. Nota: Montos en pesos calculados con tipo de cambio de 13.00 pesos por dólar, noviembre 2009.

Los montos para la ejecución de los diferentes conceptos de obra mostrados en la Tabla I pueden variar en los meses posteriores a la realización de este estudio por efecto de devaluaciones o variación de costos de materias primas, entre otros factores.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Descripción de las obras y actividades

Este proyecto pretende realizar obras del mismo tipo, las cuales tienen las siguientes características.

Construcción de 3 muelles para el manejo de cargas a granel y carga general unitizada.

Los muelles para el manejo de carga a granel y carga general unitizada se ubicarán en la zona Sur del recinto portuario de El Sauzal. Cada muelle tendrá 200 m de longitud y 170 m de ancho, en total los 3 muelles cubrirán una superficie de 99,212.40 m².

Las dimensiones propuestas para estos muelles está determinada para recibir barcos de carga de 180 m de eslora, que de acuerdo a datos estadísticos de la API Ensenada, son el tipo de embarcaciones que se recibe actualmente para el tipo de servicio de carga y que se espera continúe en un futuro a largo plazo.

La base de los muelles será un relleno elaborado con material pétreo proveniente del dragado del proyecto de dársena y canal de acceso, con un volumen aproximado de 300,000 m³. Se pretende utilizar el material de dragado para disminuir los costos de construcción del muelle y para disminuir los impactos ambientales asociados al vertimiento de los productos de dragado fuera del recinto portuario.

Por encima del relleno se colocará una plataforma de concreto que cubrirá la totalidad del muelle. El concreto utilizado en la construcción de la plataforma será elaborado con cemento tipo Pórtland con escoria de clase resistente 42.5 y con resistencia inicial ordinaria para resistencia a sulfatos y agua de mar.

El criterio de diseño para la altura de estos muelles fue de 3.5 m sobre el nivel de bajamar media inferior (BMI), con lo cual se respeta la misma altura de los muelles ubicados dentro del mismo recinto portuario (Figura 4).

Durante la construcción de los muelles se realizará una supervisión diaria en la que se reportarán los detalles de las obras para corregir cualquier error de ejecución.

Ampliación del Rompeolas existente y construcción de nuevo espigón.

La ampliación del rompeolas existente se realizará hasta una longitud de 483.96 m, hasta llegar al límite de la poligonal del recinto portuario. El proyecto de ampliación del rompeolas se realizó con base a criterios de diseño específicos para este sitio. Los estudios realizados para obtener los criterios de diseño para la ampliación incluyeron análisis de oleaje, batimetría y simulación en computadora. En el Anexo III se presenta la memoria técnica para determinación de los criterios de diseño para la ampliación del rompeolas.

La superficie que ocupará la ampliación del rompeolas será de 22,489.58 m². Las características del rompeolas están calculadas para resistir olas de 4 m de altura.

Para completar la función de protección del rompeolas, se deberá construir un nuevo espigón que llega hasta el límite de la poligonal del recinto portuario. El nuevo espigón tendrá una longitud de 268.00 m y cubrirá una superficie de 12,022.07 m². El diseño para el espigón, al igual que para el rompeolas, es para resistir olas de 4 m de altura.

La ampliación del rompeolas y el nuevo espigón tendrán tres capas constituídas por diferentes tipo de roca, la capa núcleo, la capa secundaria y coraza.

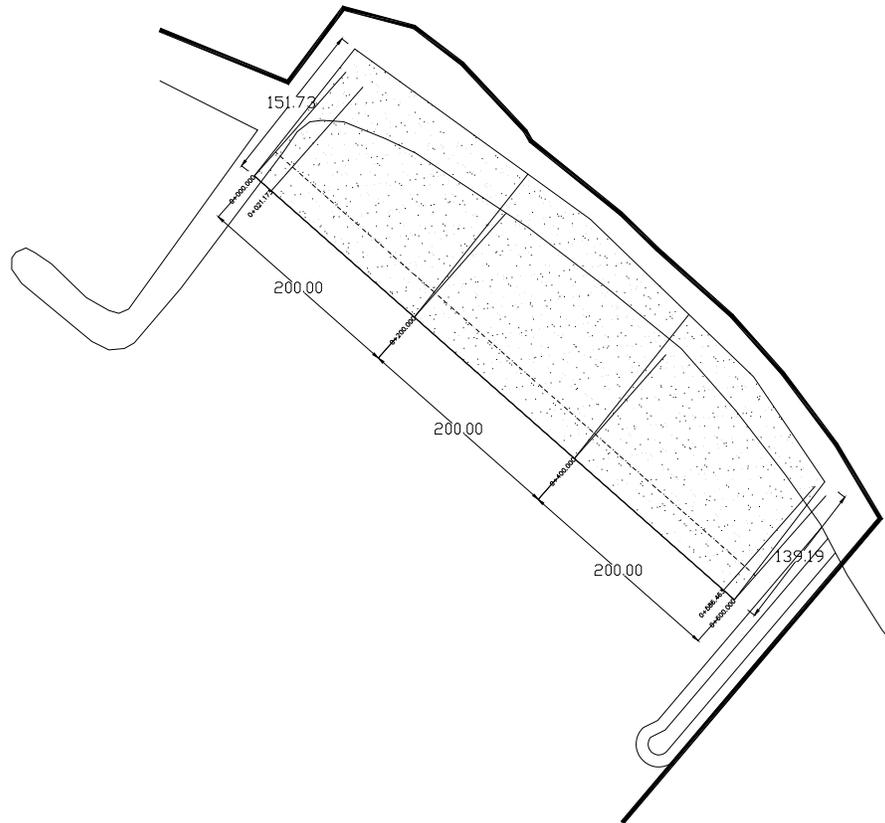


Figura 4. Diseño de muelles para barcos de carga. (unidades en metros)

Los elementos de la coraza pueden ser rocas o elementos de concreto. El principal de los factores que determinan el tipo de elementos en la coraza es el costo. Para seleccionar el tipo de elemento es necesario considerar tanto los costos de fabricación de elementos de concreto como los costos asociados al transporte de elementos del banco de roca viable más cercano al lugar de construcción.

La selección de la pendiente del talud es un proceso iterativo. Inicialmente se selecciona un valor típico para la pendiente del talud y luego se evalúa su funcionalidad. Basándose en el conocimiento empírico y la optimización económica, la pendiente del talud (cot a) se recomienda que esté dentro del intervalo $1.5 < \text{cot } a < 3$, ya que pendientes mayores generan deslizamientos y pendientes menores aumentan costos. Como primera aproximación, se eligió a priori el valor típico para una pendiente del talud $\text{cot } a = 2$ (Frías-Valdez y Moreno-Cervantes, 1986). Después de realizar el resto de los cálculos del dimensionamiento estructural, $m = 2$ resultó ser una pendiente adecuada.

La coraza deberá llevarse hasta el fondo cuando la profundidad de la estructura es menor que 1.5 veces la altura de la ola de diseño ($d_{toe} < 1.5H_d$). Considerando que $d_{toe} = 7.4$ y que $1.5H_d = (1.5)(5.24) = 7.86$, se tiene que $7.4 < 7.86$ y por lo tanto la coraza deberá llevarse hasta el fondo.

Los elementos de la capa secundaria y el núcleo del rompeolas son proporcionales a los elementos de la coraza. La masa de los elementos de la capa secundaria deberá ser igual que una décima parte de la masa de los elementos de la coraza. La masa de los elementos del núcleo deberá ser igual que dos centésimas de la masa de los elementos de la coraza. En la Tabla II se muestra la masa de los elementos según la capa a la que pertenecen.

Tabla II. Masa de los elementos que constituyen el rompeolas

Morro	Coraza	Capa secundaria	Núcleo
W_{morro}	W	$W/10$	$W/200$
37.00 ton	14.15 ton	1.415 ton	0.0708 ton

Para la construcción del rompeolas se requieren grandes volúmenes de materiales pétreos. En la Tabla III se presentan los volúmenes de roca requeridos para la construcción del rompeolas y el espigón.

Tabla III. Volúmenes de materiales pétreos requeridos para la construcción del rompeolas y espigón

Obra	Coraza	Capa secundaria	Núcleo	Base para cimentación	
	W	$W/10$	$W/200$	Canto rodado	Grava
Rompeolas	92,025.96 m ³	82,460.01 m ³	84,293.25 m ³	24,234.3 m ³	10,786.5 m ³
Espigón	34,708.01 m ³	28,871.64 m ³	16,637.44 m ³	9,885.63 m ³	4,080.75 m ³

En la Figura 5 se muestra la sección tipo del rompeolas y del espigón que se pretende utilizar en este proyecto.

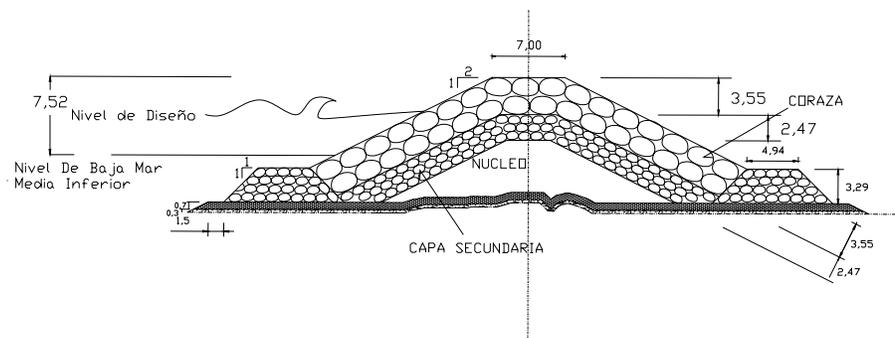


Figura 5. Sección tipo para ampliación del rompeolas, sección 0+015.318 (unidades en metros)

Dragado para ampliar la zona navegable dentro del puerto (canal de acceso y dársena)

El dragado se realizará dentro del polígono del Recinto Portuario de El Sauzal de Rodríguez, sobre la zona de proyecto delimitada como canal y dársena hasta una profundidad de -12 m. Debido a que el material del fondo en esta sección del recinto portuario esta compuesta por rocas de mayor tamaño, se prevé utilizar principalmente una draga mecánica de cuchara con doble valva. Las características finales del equipo se determinarán previo a la licitación de la obra, posterior a la emisión del resolutivo del presente estudio, de acuerdo a los recursos económicos y disponibilidad de equipo que exista en ese momento.

La zona de dársena y canal de acceso cubre una superficie de 109,761.756 m² dentro del recinto portuario, sin embargo se prevé realizar el dragado en zonas aledañas a la dársena hasta una profundidad de -10 m, con una cobertura de 268, 418.244 m² para permitir la navegación de los barcos de carga y además evitar el colapso de las paredes del canal y la dársena, generando una pendiente menos pronunciada hacia los extremos de la zona de navegación.

El canal de acceso continuará fuera de la poligonal del recinto portuario de El Sauzal para permitir la salida y entrada segura de las embarcaciones de mayor calado, por lo que se tendrá que continuar el dragado en una superficie de aproximadamente 50,000 m².

Como se mencionó en la descripción para la construcción de muelles, el material de dragado se utilizará para realizar los rellenos. El volumen final esperado de material dragado se calculó en 2,123,275.33 m³ de material sedimentario. Los datos de volumen de material fueron calculados con base a un estudio batimétrico realizado en octubre de 2009, sin embargo estos datos podrían variar si los procesos costeros modifican el fondo del recinto portuario hasta la fecha de realización de los trabajos. No se realizarán vertimientos de material de dragado fuera del recinto portuario.

Esta actividad se realizará posterior a la ampliación del rompeolas y la construcción del nuevo espigón para evitar que el efecto del oleaje cause problemas en la zona de dragado.

Las actividades de dragado en lugares con superficies rocosas suelen ser difíciles, y en ocasiones tienen que suspenderse por la ruptura de brocas de rompimiento, lo que genera con frecuencia retrasos en los tiempos programados. Debido a esto se estima un periodo máximo de 1 año para la ejecución de los trabajos, considerando atención de imprevistos durante su realización.

Durante las actividades de dragado se realizará una supervisión diaria en la que se reportarán los volúmenes diarios de material dragado y los detalles de la ejecución, con lo que se permitirá corregir o modificar cualquier situación que cause problemas en la obra.

II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Explotación de banco de materiales.

Las rocas que se utilizarán en la ampliación del rompeolas y el nuevo espigón provendrán de un banco de materiales cercano, manejado por una empresa especializada y que cuente con todos los permisos municipales y ambientales. La API de Ensenada no utilizará bancos de materiales propios o bancos que no cuenten con los permisos necesarios. Durante el proceso de licitación para la construcción de esta obra, se determinará el banco de materiales que se utilizará para las obras.

Se propone utilizar el banco de materiales más cercano para disminuir los costos de transportación de los elementos pétreos y minimizar o evitar la circulación de camiones por zonas urbanas.

De acuerdo al tipo de roca que se requiere, se considera que en la zona de El Sauzal se puede utilizar el banco de materiales de el Rancho “Tres Cuchillas”, ubicado a 5.5 km de distancia del Recinto Portuario de El Sauzal, sobre la Carretera Tecate-Ensenada. Con la utilización de este banco los gastos de transportación serían muy bajos y el impacto por circulación de camiones en zonas urbanas sería mínimo.

II.2.3 Ubicación del proyecto

II.2.3.1 Superficie Total Requerida

La superficie total del proyecto es de 51.19 ha y está dentro de la poligonal de Recinto Portuario de El Sauzal que tiene una superficie de 211.19 Ha. Además se utilizarán 5 ha. adicionales fuera de la poligonal del recinto portuario para continuar el canal de acceso hasta la isobata de -13 m. El proyecto contempla la utilización de las superficies indicadas en la Tabla IV.

Tabla IV. Superficies del proyecto

Superficies	Hectáreas	Porcentaje (%)
Superficie de muelles para manejo de carga a granel y carga general	9.921	17.656
Superficie de ampliación rompeolas	2.249	4.002
Superficie de nuevo espigón	1.202	3.178
Superficie de dragado para dársena y canal de acceso	37.818	67.304
Superficie del Proyecto dentro del Recinto Portuario de El Sauzal	51.19	91.102
Superficie adicional para la continuación del canal de acceso fuera del recinto portuario	5.0	8.898
Superficie total del proyecto	56.19	100

II.2.3.2 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

El sitio del proyecto cuenta con vías de acceso marítimo y terrestre. El recinto portuario de El Sauzal representa la principal vía de acceso al sitio de proyecto, siendo esta una vía de acceso marítimo.

Así mismo, el recinto portuario colinda con la Carretera Tijuana-Ensenada y con la Carretera Tecate-Ensenada, quedando comunicada sin problemas con vías de acceso terrestre más importantes del estado.

II.2.3.3 Descripción de los servicios requeridos

Los servicios requeridos para la ejecución del proyecto son los siguientes:

Energía eléctrica. El suministro de energía eléctrica será por parte de la Comisión Federal de Electricidad. En las instalaciones del Puerto de El Sauzal se cuenta con la infraestructura necesaria para suministrar energía eléctrica al equipo y maquinaria requeridos para el proyecto.

Agua potable. El agua potable es suministrada por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) se cuenta con la disponibilidad para cubrir con las necesidades del proyecto.

Combustible y lubricantes. Cerca del Recinto Portuario se cuenta con 3 gasolineras de Franquicia PEMEX, las cuales trabajan 24 hrs. al día. Debido a esto no será problema el suministro de combustible y lubricantes para la maquinaria y equipo necesario para la realización del proyecto.

Servicio de sanitarios portátiles. Durante la etapa de construcción se habilitarán sanitarios portátiles en el sitio del proyecto. Los sanitarios portátiles serán rentados a una empresa especializada que disponga de los recursos para la disposición adecuada de los residuos.

II.3 Descripción de las obras y actividades

II.3.1 Programa general de trabajo

La duración estimada del proyecto para las etapas de preparación del sitio y construcción es de 12 trimestres. Esta duración puede sufrir variaciones por la falta de presupuesto o por condiciones climáticas adversas, para lo cual se solicitaría una modificación del calendario de actividades. La duración de la etapa de operación es de 30 años mínimo, ya que se planea mantener indefinidamente como parte de la infraestructura portuaria de la región y del país. El programa general de trabajo para todas las etapas se presenta en la Tabla V.

La fecha de inicio de actividades será asignada hasta después de la obtención de los recursos financieros, de las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de la asignación de empresas ganadoras del proceso de licitación correspondiente a la construcción de este proyecto.

Tabla V. Programa general de trabajo

ACTIVIDAD	Trimestre												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Etapas de Preparación del sitio													
Limpieza de la zona de proyecto	■												
Etapas de Construcción													
Construcción de muelles			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ampliación de rompeolas	■	■	■	■	■								
Construcción de Espigón	■	■	■	■									
Dragado en dársena y canal de acceso				■	■	■	■	■	■	■			
Etapas de Operación													*
Etapas de Abandono													**

*=Etapas de Operación mínima de 30 años. **= Etapas de abandono no considerada por ser una obra de importancia regional y nacional, pero si considerada para rehabilitación.

II.3.2 Selección del sitio o trayectorias

II.3.2.1 Estudio para diseño de obras

La memoria técnica para el diseño de las obras de proyecto incluye los siguientes estudios:

- Estudio de climatología del oleaje.
- Estudio de refracción y difracción del oleaje
- Cálculo del oleaje de diseño
- Obtención de parámetros de diseño
- Cálculo de las dimensiones de las estructuras

En el Anexo III se presenta la memoria técnica para el diseño de obras.

II.3.2.2 Sitios o trayectorias alternativas

Este proyecto ha sido diseñado específicamente para el Puerto de El Sauzal, por lo que no se consideran sitios alternativos para su realización.

II.3.2.3 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad

El sitio de proyecto es una superficie concesionada por el Gobierno Federal a la Administración Portuaria Integral de Ensenada. Mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007, la API de Ensenada adquiere la administración del recinto portuario de El Sauzal, Baja California.

La delimitación del recinto portuario del El Sauzal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Julio de 2003 incluye como áreas afectas a este recinto y bajo la administración de la SCT, las

zonas federales que comprenden las áreas de agua, terrenos, obras e instalaciones adquiridas o construidas por el Gobierno Federal y, en general, los bienes de dominio público ubicados en el recinto portuario, mismos que se destinarán al establecimiento de instalaciones y a la prestación de servicios portuarios. Las construcciones e instalaciones que ejecuten particulares, adheridas permanentemente a los bienes de dominio público de la Federación que comprende, estarán afectas al recinto portuario y pasarán a dominio de la Nación al término de la vigencia de los títulos respectivos.

La fracción de Zona Federal Marítimo Terrestre (ZFMT) dentro de la poligonal del Recinto Portuario que colinda con zona habitacional de El Sauzal tiene libre tránsito, sin embargo, la API Ensenada tiene la capacidad legal para restringir el acceso a esta fracción de ZFMT.

II.3.2.4 Uso de suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

El uso de suelo en el sitio de proyecto, ubicado dentro de la poligonal del recinto portuario de El Sauzal, es como puerto de cabotaje y altura, de acuerdo a decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 1997.

El recinto portuario colinda hacia el Norte, Sur y Oeste con la Bahía Todos Santos; y hacia el Este colinda con la zona urbana de El Sauzal de Rodríguez. En la colindancia Este, detrás de la zona federal marítimo terrestre, se encuentra una fila de predios con uso para casa-habitación y luego con derecho de vía de la Carretera Tijuana-Ensenada.

II.3.2.5 Urbanización del área

El recinto portuario de El Sauzal es parte integral de la zona urbana de la Delegación municipal de El Sauzal de Rodríguez, Municipio de Ensenada, Baja California. La ubicación del puerto permite tener acceso a varios servicios urbanos como servicio de energía eléctrica, agua potable, gas, combustible y vías de comunicación.

El sitio de proyecto cuenta con acceso terrestre por la carretera federal Tijuana-Ensenada y la carretera federal Tecate-Ensenada.

La Delegación de El Sauzal de Rodríguez cuenta con diversas zonas claramente identificadas en las que se desarrollan actividades del sector pesquero y turístico, sin embargo, el principal uso de suelo de la zona es industrial. Esto último, se encuentra reglamentado en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona del Corredor Industrial El Sauzal (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 1999) y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada publicado en 2009.

En esta delegación municipal se encuentra la zona de almacenamiento de PEMEX Refinación, la cual distribuye a nivel regional todos los tipos de combustibles para vehículos automotores. Los aspectos de

urbanización se abordan con mayor detalle en el capítulo IV. En la Figura 6 se presenta la zona urbana de El Sauzal de Rodríguez, Municipio de Ensenada, Baja California.



Figura 6. Imagen de Satélite de la zona urbana de El Sauzal de Rodríguez, Ensenada
Fuente: Google Earth. Fecha de la imagen 16 de agosto de 2006

II.3.2.6 Área Natural Protegida

El proyecto no atraviesa ni se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de jurisdicción federal, estatal o municipal.

II.3.2.7 Otras áreas de atención prioritaria

El proyecto no atraviesa ni se encuentra dentro de ningún área de atención prioritaria.

II.3.3 Preparación del sitio y construcción

II.3.3.1 Preparación del sitio

El recinto portuario de El Sauzal es un puerto que se encuentra actualmente en operación y dispone de todos los elementos para realizar la construcción sin realizar obras de preparación del sitio, como caminos, accesos, terraplenes, etc. La única actividad de preparación del sitio que se prevé realizar es la limpieza general, con lo cual se pretende eliminar cualquier obstáculo que pudiera interferir con la realización de las obras portuarias.

II.3.3.2 Construcción

Construcción de muelles

Para la construcción de los muelles multipropósito se requiere un relleno de material pétreo. Considerando que la altura de los muelles es de 3.5 metros sobre el nivel de Bajamar Media Inferior (BMI) y dada la configuración batimétrica y el perfil de playa, se tiene que un volumen de relleno de aproximadamente 398,753.72 m³. La construcción de los 3 muelles y de las zonas de maniobra asociadas se llevará a cabo ganando terrenos al mar mediante la realización de rellenos. Para la construcción de los rellenos y de los muelles se propone un diseño a base de tablaestacado metálico prefabricado (ver Figura 7).

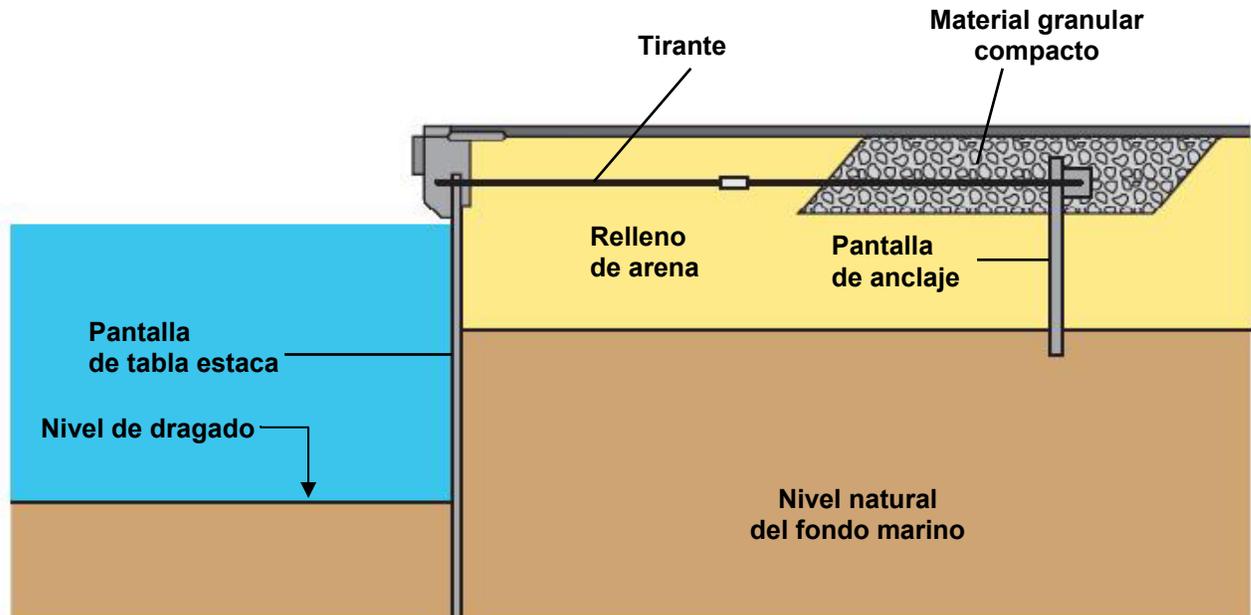


Figura 7. Diseño conceptual del tablaestacado, rellenos y muelles

El tablaestacado funciona como contención para los materiales de relleno así como soporte para las defensas del muelle. El tablaestacado requiere de una pantalla de anclaje a la cual se fija el tirante que

contrarresta el empuje horizontal de los rellenos. Los rellenos deberán consolidarse y compactarse antes de construir el pavimento. La compactación se realizará a través de medios mecánicos. Una vez que se cuente con el terreno compactado se procederá a la construcción de los pavimentos (concreto).

Existen diversas opciones para la construcción de los muelles y la contención de los rellenos. Para el intervalo de profundidad en el que se construirán los muelles, las estructuras más usadas (además de la estructura con pantalla de tablaestacado propuesta) son:

- Cajones de concreto armado con relleno granular
- Bloques de concreto prefabricados
- Muelles de pilotes con pedraplén

En la Figura 8, la Figura 9 y la Figura 10 se presentan los diagramas esquemáticos que describen los tipos de estructuras arriba señalados así como sus principales características constructivas.

Antes de la realización del proyecto ejecutivo, se requerirá efectuar un análisis técnico detallado y un estudio costo-beneficio para seleccionar la opción constructiva más apropiada para las obras propuestas.

Ampliación del Rompeolas existente y construcción de nuevo espigón.

Se propone la extensión del rompeolas con la misma orientación del rompeolas existente y con una longitud de 483.96 metros. Esta longitud incluye el cuerpo del rompeolas y el morro (remate). El rompeolas está compuesto de cuatro capas: a) la base para cimentación compuesta de grava y arena, b) la capa núcleo constituida con rocas de aproximadamente 708 kg, c) la capa secundaria construida con rocas de 1.4 toneladas, y d) la coraza compuesta por rocas de 14.15 toneladas. La coraza en la zona del morro del rompeolas requerirá rocas de aproximadamente 37 toneladas.

El rompeolas estará desplantado a una altura promedio de 7.52 m sobre el nivel de BMI (3.55 m sobre el nivel de diseño) y tendrá una pendiente de 1:2. La altura total de la estructura variará de acuerdo a la configuración del fondo pero mantendrá siempre las alturas mencionadas respecto al nivel de BMI.

El pateo de los taludes remata en un talón cuyas dimensiones varía en función del espesor de las capas. Esta estructura tiene como función principal la contención de los materiales de la base de cimentación y de la capa núcleo durante la construcción. El ancho de la coraza será de 7 m y el ancho de la base tendrá un promedio de 68 m (incluyendo el talón).

La coraza tendrá un espesor de 3.55 m (aproximadamente dos elementos) mientras que la capa secundaria tendrá un espesor de 2.5 m. (entre 2 y 4 elementos).

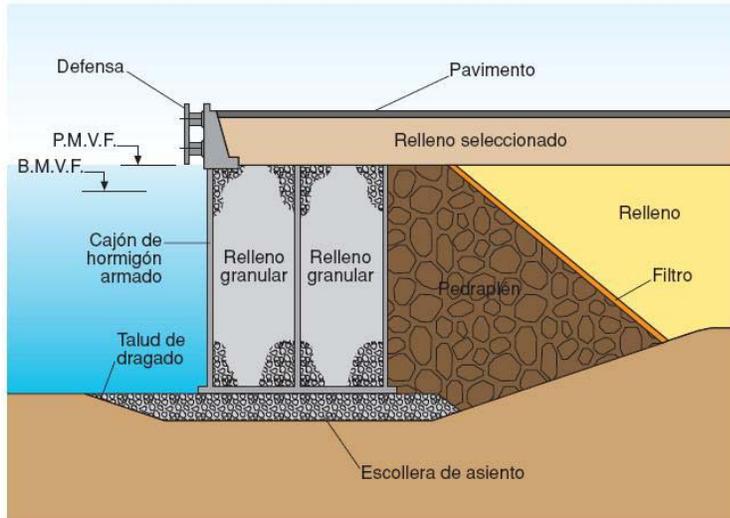


Figura 8. Cajones de concreto armado con relleno granular

Este tipo de estructuras contempla la colocación de cajones precolados que son rellenos con materiales pétreos. Estas estructuras soportan el muelle y sirven como parapeto para la retención del relleno de los terrenos ganados al mar. Los cajones se asientan sobre una base de cimentación de materiales pétreos.

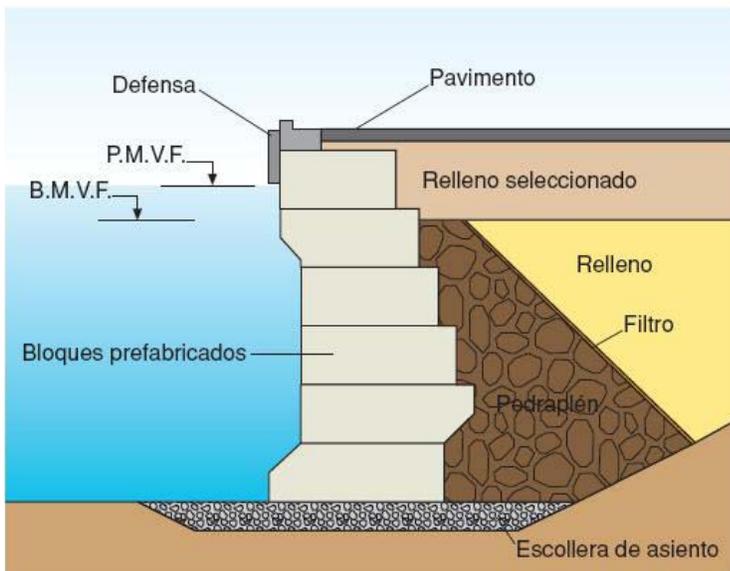


Figura 9. Muelle de bloques prefabricados

En este tipo de estructuras, el soporte del muelle y parapeto de los materiales de relleno está construido con estructuras de concreto prefabricadas. Dichas estructuras son sólidas y no tienen relleno de materiales pétreos.

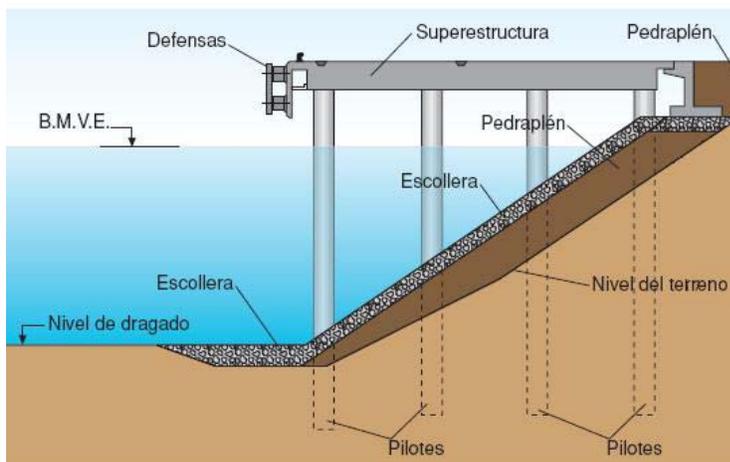


Figura 10. Muelle piloteado

En esta opción constructiva, el muelle está soportado por pilotes. Para la contención de los rellenos es necesario construir un talud de pedraplén y una pequeña escollera que lo proteja de la erosión.

Debido a que el espigón estará expuesto a condiciones de oleaje similares al rompeolas, tendrá las mismas características constructivas y la misma altura. Sin embargo, se plantea la construcción de una vialidad de servicio encima de la corona por lo que el ancho de esta será de 14 metros. La longitud total de esta estructura será mucho menor a la del rompeolas (268 m) sin embargo, debido al ancho de la coraza, también se requerirán grandes volúmenes de materiales pétreos.

Las rocas que conformarán la ampliación del rompeolas y el espigón serán transportadas desde el banco de materiales hasta el sitio de proyecto, y la colocación se realizará mediante grúas. Los operadores de las frías deberán colocar cada elemento en la posición que mejor estabilidad brinde a la obra de protección.

El transporte de los elementos se realizará con trailer de cama baja que permiten transportar elementos hasta de 20 toneladas.

Dragado para ampliar zona navegable del puerto (canal de acceso y dársena)

Durante esta actividad se realizará la extracción de material pétreo y sedimentario del fondo de la rada portuaria para aumentar la profundidad existente hasta la isobata de -12 m y -10 en zona navegable.

La maquinaria utilizada podrá ser una draga estacionaria y una móvil para las zonas más profundas, ambas con la capacidad de realizar corte de roca donde se requiera y succión donde haya sedimento.

El dragado se realizará con ayuda de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para dragar en las zonas destinadas para el proyecto. Se pretende realizar 3 batimetrías a detalle para determinar el nivel de avance y los volúmenes de dragado. Las batimetrías se realizarán previo al inicio de los trabajos de dragado, en etapa intermedia y otra al final.

El material dragado se utilizará para realizar los rellenos de los muelles, ya que está formado por material pétreo con características idóneas para soportar estas obras portuarias.

El material pétreo y sedimentario que ya no sea utilizado en los rellenos será transportado con la draga móvil hasta el sitio de vertimiento autorizado para la API de Ensenada. En el Anexo IV se presentan las autorizaciones del sitio de tiro, en tanto que en el Anexo V se presentan los resultados del análisis CRETI para los sedimentos que serán dragados dentro del Recinto Portuario de El Sauzal.

II.3.4 Operación y mantenimiento

II.3.4.1 Operación

La API de Ensenada cuenta con el Certificado ISO-9000 y tiene certificadas todas sus operaciones portuarias, mismas que incluyen procedimientos previamente establecidos y supervisados permanentemente.

Los procedimientos de operación de los muelles del proyecto serán integrados al programa de operación del Recinto Portuario del Sauzal, que tiene fundamento en la Ley de Puertos y la Ley de Navegación, así como sus respectivos Reglamentos. Así mismo, se dará cumplimiento a los lineamientos especificados en el Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2001.

La API cuenta también con la certificación ambiental ISO 14001 por lo que las actividades que se realicen en el puerto de El Sauzal una vez que concluyan las obras de ampliación, se llevarán a cabo considerando los lineamientos y procedimientos establecidos en esta certificación.

II.3.4.2 Programa de Mantenimiento

La ampliación del rompeolas y el nuevo espigón no requerirán de un programa de mantenimiento. En caso de que estas estructuras requieran reparación por daño durante periodos de oleaje de tormenta superiores a los de diseño, se elaborará y presentará para su respectiva autorización el programa de mantenimiento.

El programa de mantenimiento para el canal de acceso y la dársena se integrarán al programa para dragado de mantenimiento que actualmente existe en el recinto portuario de El Sauzal para mantener el calado a -12 m y a -10 en zona de navegación. El dragado de mantenimiento en este puerto no es tan intenso debido que no tiene fuentes significativas de sedimento que causen el asolvamiento.

Los volúmenes de dragado de mantenimiento serán calculados con la batimetría preliminar para cada evento, en cuyo caso se presentará un informe de actividades ante la SEMARNAT. El material producto de dragado de mantenimiento será vertido en el sitio que tiene autorizado la API de Ensenada.

II.4 Requerimiento de personal e insumos

II.4.1 Requerimiento de personal

Los requerimientos de personal que se utilizará en las diferentes etapas del proyecto se muestran en la Tabla VI.

Tabla VI. Requerimiento de personal para la realización del proyecto

Etapas	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinario	
Preparación del sitio	Profesionista	NR	3	ND	Si
	General	NR	10	ND	Si
Construcción	Profesionista	NR	15	ND	Si
	General	NR	15	ND	Si
Operación	Profesionista	5	ND	ND	Si
	General	3	ND	ND	Si

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinario	
Mantenimiento	Profesionista	2	ND	ND	SI
	General	2	ND	ND	SI

ND=No Determinado, NR=No Requerido

II.4.2 Requerimiento de Insumos

II.4.2.1 Recursos Naturales Renovables

No se utilizará ningún tipo de recurso natural renovable durante la realización de este proyecto.

II.4.2.2 Materiales

Los materiales que se utilizarán durante la etapa de construcción incluyen roca para el rompeolas y el espigón, así como arena, grava, concreto hidráulico, varillas metálicas y pintura para los muelles. El concreto será adquirido directamente de fábrica para evitar la fabricación en sitio.

En Tabla VII se presenta el requerimiento de los diferentes materiales utilizados en el proyecto.

Tabla VII. Requerimiento de materiales para la realización del proyecto

Etapa	Material	Volumen	Clave CRETIB	Tipo de Almacenamiento
Preparación del Sitio	--			
	Arena	ND		
	Grava	ND		N/A
Construcción	Cemento	297,637 m ³		N/A
	Pintura	ND		N/A
	Acero(Varilla)	2,969 Kg		En sitio de proyecto
	Señalamientos pz.	31 pz		En sitio de proyecto
Operación	--			
Mantenimiento	ND	ND		

ND = No Determinado

II.4.2.3 Combustibles y lubricantes

El proyecto requerirá de la utilización de maquinaria pesada con motores de combustión interna que utilizan diesel y vehículos que utilizan gasolina. La maquinaria y vehículos además requerirán de aceite lubricante durante todo el tiempo de operación. En la Tabla VIII se muestran las características de los combustibles y aceites lubricantes que serán utilizados durante este proyecto. Las hojas de seguridad se presentan en el Anexo VI.

Tabla VIII. Características combustibles y lubricantes para la realización del proyecto

Características	Substancias peligrosas		
	Gasolina	Diesel	Aceite lubricante
Número CAS	80006-61-9	6834-30-5	ND
Estado físico	Líquido	Líquido	Líquido
Consumo mensual estimado	ND	ND	ND
Cantidad de reporte	ND	ND	ND
Clave CRETIB	T,I	T,I	T,I
IDLH	ND	ND	ND
TLV	ND	5 mg/m ³	ND

ND= No Determinado.

II.5 Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones.

II.6.1 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos incluyen residuos de tipo doméstico, residuos de construcción y residuos peligrosos. Estos residuos se generarán en diferentes actividades y zonas del proyecto.

Los residuos sólidos de tipo doméstico se generarán por los trabajadores tanto en sitio de proyecto. Estos residuos serán botellas de plástico vacías, envolturas de aluminio, plástico o papel. Los residuos serán dispuestos dentro de bolsas y/o contenedores con tapa ubicados dentro del recinto portuario, hasta que sean entregados al sistema de recolección municipal de Ensenada.

Los residuos peligrosos se generarán durante la etapa de construcción y corresponden a envases vacíos e impregnados de grasas, aceites o lubricantes, filtros de aceites, aceites lubricantes usados, trapos impregnados de grasas y aceites.

Los residuos peligrosos serán almacenados en tambos de 200 L con tapa dentro del recinto portuario. Finalmente, serán entregados a una empresa especializada por la SEMARNAT para su manejo y disposición final.

II.6.2 Residuos Líquidos

Los residuos líquidos que se generen de los sanitarios portátiles serán manejados a través de una empresa especializada para su disposición final.

II.6.3 Emisiones a la atmósfera

Durante la etapa de construcción se generará suspensión de partículas PM10 y PM2.5. La emisión de polvos a la atmósfera durante el manejo de material pétreo para la construcción del espigón y la ampliación del rompeolas será minimizada mediante riego ligero. Los camiones que transporten

material del banco serán cubiertos con lonas húmedas para evitar la emisión de polvos en las vías de circulación vehicular.

El ruido y gases de combustión que se generarán por el paso de los vehículos en las carreteras o caminos locales es mucho mayor, tanto en frecuencia como en permanencia e intensidad, que el que generarán la maquinaria y vehículos empleados en el proyecto, pues la permanencia de estos en un sitio específico será de muy corta duración (se puede considerar de horas). La fuente principal de emisión de ruido estará representada por la operación de la maquinaria de construcción.

La API de Ensenada solicitará al contratista encargado de la obra, que la maquinaria cumpla con todas las normas aplicables en materia de generación de ruidos y gases de combustión, aunque éstas no apliquen para la maquinaria utilizada en construcción.

En la Tabla IX se presentan los niveles de ruido estimados para los diferentes tipos de maquinaria que se puede utilizar en el desarrollo del proyecto. Como se puede observar en esta tabla, el ruido es significativo en la fuente de emisión; sin embargo, el nivel de ruido disminuye considerablemente a una distancia de 15 metros por estar en una zona con espacios amplios, junta al mar y a cielo abierto.

La API de Ensenada solicitará al contratista encargado de la obra, que la maquinaria cumpla con todas las normas aplicables en materia de generación de ruidos y gases de combustión, aunque éstas no apliquen para la maquinaria utilizada en construcción.

Tabla IX.- Niveles de ruido estimados por la operación de la maquinaria

Equipo	Nivel de ruido (db) Máximo	db a 15 m de la fuente
Draga de cuchara	112	92
Cargador frontal	104	73
Tractor de oruga	103	88

II.6 Identificación de las posibles afectaciones al medio ambiente que son características del o los tipos de proyecto.

Los proyectos que incluyen obras nuevas en zonas costeras interfieren frecuentemente con los procesos litorales como son los procesos de erosión y depositación en playas, afectación a ecosistemas que sirven de reproducción a especies marinas, afectación al paisaje y contaminación del agua de mar.

En el caso de proyectos que incluye construcción de obras de protección costera, la afectación más frecuente es la modificación de los procesos de erosión-depositación de sedimento en zona de playa. Dependiendo el proceso que prevalece en cada tipo de playa, una obra de protección costera puede

causar el incremento de la erosión o generar depositación de sedimento generando playas donde antes no había, o generar una conjunción de ambas situaciones.

La construcción de obras portuarias genera modificaciones en ecosistemas marinos, para lo cual también se tiene que evaluar con un análisis específico para cada caso, ya que puede destruir sitios para desove de peces o invertebrados, pero también genera lugares de protección para mamíferos y aves marinas, que aprovechan las instalaciones portuarias como sitios de descanso y reproducción, llegando a establecer colonias numerosas.

La contaminación del agua de mar y sedimentos se presenta durante la operación de las instalaciones portuarias y usualmente es causado por el mal manejo de residuos provenientes de embarcaciones. Las actividades que potencialmente pueden generar esta contaminación son raspados, pulidos y lavados a presión de cascos de embarcaciones, mala disposición de filtros reemplazados, uso de detergentes o similares y uso de pinturas, barnices, solventes y similares entre otros.

En el caso de proyectos de ampliación o modernización de obras portuarias existentes también se pueden presentar afectaciones como las de obras nuevas pero existen casos donde ya no existe un incremento en las afectaciones al medio debido a que los procesos de cada medio ya se han adaptado a la estructura.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 Información Sectorial

Contexto Nacional

Las obras propuestas tienen como principal finalidad ampliar la capacidad operativa de la rada portuaria de El Sauzal de Rodríguez, B.C. y el promovente es la Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V., por lo cual se hace el análisis del sector al que pertenece este tipo de infraestructura, que es el sector de comunicaciones y transportes.

En los últimos años, el Sector Comunicaciones y Transportes ha desempeñado un papel importante dentro de la economía nacional. Este Sector se ha vuelto uno de los más dinámicos de la economía, habiendo crecido en los últimos diez años 6.6 por ciento en términos reales en promedio anual, es decir, más del doble de lo que creció la economía en su conjunto durante el mismo periodo. De esta manera, la participación del Sector en el Producto Interno Bruto (PIB) se ha incrementado de manera importante, pasando de 9.5 por ciento en 1997 a 13.2 en el primer semestre de 2007 (SCT, 2008). Sin embargo, aunque la participación del sector en el PIB ha mantenido una tasa de crecimiento muy por encima de la tasa de crecimiento del PIB nacional, este dinamismo ha sido apuntalado principalmente por el acelerado crecimiento del subsector de las comunicaciones en tanto que el sector transporte se ha ido rezagando.

La infraestructura del Sector está integrada por 356 mil kilómetros de carreteras, 26 mil kilómetros de vías férreas, 114 puertos y 85 aeropuertos nacionales e internacionales. Mediante esta infraestructura se moviliza la totalidad de la carga comercial y los pasajeros transportados en nuestro país, a través de los distintos modos de transporte: carretero, aéreo, marítimo, ferroviario y multimodal.

En particular, el Sistema Portuario Nacional está conformado por 11 puertos y terminales habilitadas en el Pacífico y 8 en el Golfo de México y Caribe, de los cuales 11 son para tráfico de altura y cabotaje y 8 exclusivamente para cabotaje; sumando un total de 198.1 kilómetros de muelles, 149.3 kilómetros de obras de protección y 5.6 millones de metros cuadrados de áreas de almacenamiento; con lo cual la capacidad instalada para el manejo de carga comercial no petrolera es de 187.3 millones de toneladas.

Si bien el país cuenta con esta extensa red, el ritmo de crecimiento de la inversión pública y privada no ha sido suficiente para satisfacer las necesidades de transporte de la población y potenciar al máximo las actividades productivas del país. De igual forma, la cobertura y accesibilidad de esta infraestructura se encuentra aún por debajo de estándares competitivos a nivel internacional. Por ejemplo, México se sitúa en el lugar 64 en cuanto a calidad de infraestructura portuaria se refiere (Figura 11).

En este sentido el Sistema Portuario Nacional debe aprovechar su posición geográfica a nivel mundial, para lo cual resulta indispensable un desarrollo armónico y estratégico. En particular, es necesario promover su modernización y competitividad en un entorno de seguridad y respeto al medio ambiente, a través de la construcción de nuevos puertos estratégicos, el desarrollo de conexiones intermodales y la ampliación de la capacidad instalada en el manejo de contenedores.

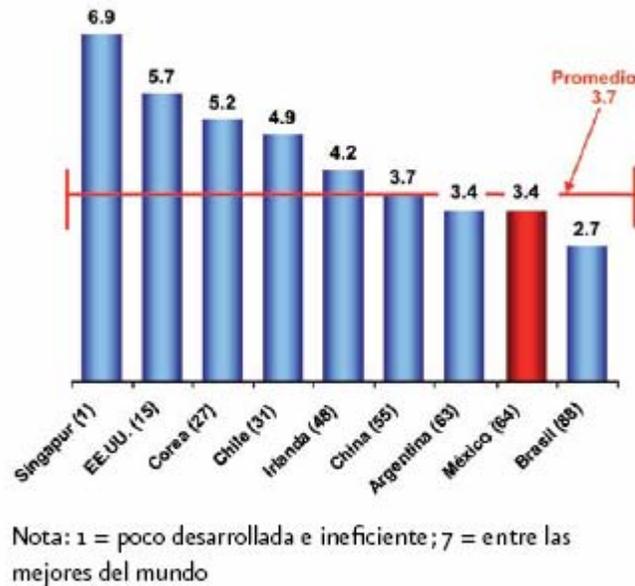


Figura 11. Calidad de la infraestructura portuaria a nivel internacional

Con el propósito de contribuir al cumplimiento del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, particularmente al rubro del Sistema Portuario y Transporte Marítimo, la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, desarrolló el Programa de Gran Visión de Desarrollo Litoral (PRODELI) [SCT, 2004], cuyo objetivo fue entre otros, analizar y proponer los elementos de gestión y control para las Administraciones Portuarias Integrales (APIs) y que permitiera la aportación de valor del Sistema Portuario Nacional a las cadenas productivas regionales y locales, para coadyuvar al desarrollo económico y social.

En ese sentido, el PRODELI se convierte en el elemento detonador para impulsar el desarrollo costero del país, aunado a la oportunidad de contar con un Sistema Portuario Nacional (SPN) fortalecido, ordenado y con mayores estrategias de atracción de mercancías, atención a pasajeros y desarrollo de negocios. Asimismo, ofrece a los puertos la coyuntura para el desarrollo de actividades y enlaces logísticos, y elementos para generar recursos para el progreso de las zonas costeras; además de ser un motor económico en beneficio de la comunidad a través de la generación de empleos y riqueza a

otros sectores derivados de las actividades portuarias. Otra consecuencia inmediata del PRODELI, fue el desarrollo de los Programas Rectores de Desarrollo Costero (PRORED), cuyo objetivo es desarrollar de forma ordenada las zonas costeras de los estados, y que éstos manifiesten las decisiones y estrategias integrales para su éxito, creando la oportunidad de contar con un desarrollo sostenible en las zonas costeras y la protección de sus recursos naturales, ligada a políticas de desarrollo humano. Para el caso de Baja California, el Gobierno del Estado impulsó la definición del PRORED estatal, considerando los litorales del Pacífico y el Golfo de California, donde se determinaron sus características físicas y proyectos que otorgarán beneficios a la sociedad establecida en esas comunidades (API, 2008). Si bien el PRODELI y los PRORED de los estados aún no operan de manera regular, representan una base guía para el desarrollo de las actividades portuarias.

En congruencia con los temas estratégicos del Sistema Portuario Nacional, el Puerto de Ensenada retoma dichos temas y los incorpora en su Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2011 (PMDP), en especial el tema de eficiencia operativa, en el sentido de que el Puerto de Ensenada debe buscar la excelencia optimizando procesos vinculados a las cadenas productivas, coordinando su ordenamiento estratégico y supervisando todas las actividades para garantizar a los clientes seguridad y calidad en los servicios.

Asimismo, el PMDP contempla estrategias para el desarrollo de los Puertos de El Sauzal y Punta Colonet, se alinea con lo establecido en las cédulas programáticas y estrategias del PRORED, guarda concordancia con sus proyectos; y busca la participación coordinada con las autoridades y dependencias involucradas para contribuir en el cumplimiento de dicho programa.

Contexto Regional y Local

El puerto de Ensenada da soporte a la industria regional y de exportación. Los movimientos realizados a través de este puerto equivalen al 32% del sector maquilador de México. También este puerto representa un gran soporte para las actividades agrícola y pesquera.

Una actividad importante en este puerto lo representan el tránsito de cruceros turísticos y yates que atracan en marinas locales.

Este puerto da soporte a las actividades económicas de los estados ubicados en el Noroeste del país como Baja California, Sonora, Sur de California y Suroeste de Arizona.

Actualmente el Puerto de Ensenada presenta la siguiente problemática:

- Patios y áreas de almacenamiento con capacidad limitada para el desarrollo de las actividades portuarias y la creación de nuevas áreas de negocio que exige actualmente el mercado.

- Conexiones terrestres insuficientes y deficientes que causan problemas de tráfico provocado por la circulación de autotransporte pesado originado por la actividad portuaria, que interfiere con las actividades urbanas de la Ciudad de Ensenada.
- Imposibilidad del puerto para la inminente necesidad de expansión territorial, debida a la falta de reserva territorial y a la aglomeración urbana de la ciudad circundante en este en el recinto portuario.
- Fuerte oposición social ante la posibilidad de conectar al Puerto de Ensenada con el sistema Ferroviario Nacional.

Además, la API de Ensenada prevé afrontar en el mediano plazo las condiciones de operación siguientes:

- El Puerto de Ensenada tiende a convertirse en un puerto con vocación predominantemente turística.
- Crecimiento considerable del flujo de autotransporte generado por la actividad portuaria.
- Crecimiento del movimiento de carga comercial y de las actividades portuarias para los años venideros.
- Demanda creciente de servicios conexos a la carga y de actividades logísticas.
- Posibilidad de manejar nuevos tipos de carga por el puerto e incursionar en nuevos negocios para la API de Ensenada.

Debido a estas circunstancias, la API de Ensenada plantea utilizar las instalaciones del Puerto de El Sauzal como la mejor opción para solucionar las deficiencias actuales y cubrir los requerimientos portuarios de la ciudad a futuro.

Las características que hacen del Puerto de El Sauzal la mejor opción de desarrollo son las siguientes:

- Se localiza a 8 Km. hacia el Norte del Puerto de Ensenada en zona declarada de uso industrial y a un costado de la Carretera Tijuana - Ensenada, fuera de la Ciudad de Ensenada.
- Está ubicado justo en la conexión de las carreteras federales de Tecate - Ensenada y Tijuana - Ensenada. A tan sólo 4 Km. de donde se tiene contemplado que cruce el libramiento de la Ciudad de Ensenada con la carretera Tecate - Ensenada.
- Tiene infraestructura portuaria existente y en uso.
- Existen terrenos aledaños a las instalaciones portuarias disponibles para ser utilizados y disponen de uso de suelo industrial.

Con la realización de este proyecto la API de Ensenada prevé la reubicación paulatina de actividades de pesca y astilleros, de carga general y contenerizada; y si las condiciones se presentan, también se

incluirían las actividades de graneles agrícolas, graneles minerales, operaciones de gas natural licuado y de hidrocarburos.

III.2 Análisis de los instrumentos de planeación

En los siguientes apartados se hace un análisis de los instrumentos de planeación vigentes para el área del proyecto, así como de la concordancia y vinculación de las actividades pretendidas con las políticas establecidas en los documentos que se mencionaron.

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la administración 2006-2012 deberán regir la acción del gobierno. El PND 2007-2012 está estructurado en cinco ejes rectores:

1. Estado de derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

En la primera parte del PND se estable un conjunto de objetivos identificados como los “objetivos nacionales” en el marco de una visión a futuro denominada “visión 2030”. Asimismo, este plan asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras. En la Tabla X se presenta un análisis de la vinculación del proyecto con los objetivos nacionales aplicables plasmados en el PND 2007-2012.

Por otra parte, el presente proyecto se vincula con dos de los cinco ejes rectores del PND: Economía competitiva y generadora de empleos, así como el de Sustentabilidad ambiental. A continuación se analiza la vinculación que tienen las actividades del proyecto con estos dos ejes del PND.

Tabla X. Vinculación del proyecto con los objetivos nacionales del PND 2007-2012

Plan Nacional de Desarrollo ("objetivos nacionales")	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 3: Alcanzar un crecimiento económico sostenido más acelerado y generar los empleos formales que permitan a todos los mexicanos, especialmente a aquellos que viven en pobreza, tener un ingreso digno y mejorar su calidad de vida.	El proyecto generará una inversión que permitirá crear empleos, consumo de materiales de construcción y combustibles durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Asimismo, coadyuvará a la economía local, ya que se asegurará la infraestructura necesaria para recibir graneles minerales, pesca y carga contenerizada.

Plan Nacional de Desarrollo ("objetivos nacionales")	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 4: Tener una economía competitiva que ofrezca bienes y servicios de calidad a precios accesibles, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas.	El proyecto representa una importante inversión en materia de infraestructura y creará condiciones favorables para el aumento de la productividad económica de la zona.
Objetivo 8: Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.	La realización del presente estudio de impacto ambiental así como las medidas de prevención, mitigación y/o compensación en él establecidas, tienen el propósito de garantizar la sustentabilidad ambiental del proyecto.

Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos

De acuerdo a lo establecido en este eje rector del PND, la infraestructura constituye un insumo fundamental para la actividad económica de un país. Esta es un determinante esencial del acceso a los mercados, del costo de los insumos y de los bienes finales. En los últimos años, el crecimiento promedio de la economía mexicana ha sido insuficiente para abatir los rezagos económicos y sociales a la velocidad deseada. Ante esta situación es necesario generar nuevas condiciones para lograr que el producto y el empleo tengan un crecimiento mayor al observado durante las últimas dos décadas (Poder Ejecutivo Federal, 2007). El diagnóstico anterior indica que, dada la prioridad de contar con una economía que se encuentre, en 2012, entre las treinta más competitivas del mundo de acuerdo al Foro Económico Mundial, con mayor crecimiento y capacidad para generar empleos, es imperativo seguir una estrategia en tres vertientes:

- **Inversión en capital físico:** fomentar una mayor inversión física, para lo cual se requieren condiciones económicas más competitivas. Las políticas públicas serán conducentes a aumentar la rentabilidad de los proyectos, reducir los costos de producción en territorio nacional promover la inversión en infraestructura, y limitar el riesgo al que están sujetas las inversiones.
- **Capacidades de las personas:** la mejora en la cobertura y la calidad de los servicios de salud, educación y el combate a la marginación son los elementos que permitirán a más mexicanos contar con un trabajo redituable y emprender proyectos más ambiciosos, ampliando su abanico de oportunidades productivas.
- **Crecimiento elevado de la productividad:** para alcanzar un mayor crecimiento productivo se requiere una mayor competencia económica y condiciones más favorables para la adopción y el desarrollo tecnológicos. La competencia económica crea incentivos para la innovación por parte

de las empresas, reduce los costos de los insumos y los productos finales, incrementa la competitividad de la economía y mejora la distribución del ingreso.

Conforme se establece en el PND, dos de estas vertientes se vinculan estrechamente con el desarrollo del presente proyecto.

Tabla XI. Vinculación con el eje rector “Economía competitiva y generación de empleos”

Plan Nacional de Desarrollo	Vinculación con el Proyecto
<p>Objetivo 5</p> <p>Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana para lograr un crecimiento económico sostenido y acelerar la creación de empleos.</p> <p>Estrategia 5.6 Aprovechar el entorno internacional para potenciar el desarrollo de la economía mexicana.</p>	<p>El presente proyecto es congruente con esta estrategia, ya que coadyuva a colocar al Puerto de El Sauzal como uno de los puertos de salida (exportación) de productos mexicanos hacia las diferentes zonas de influencia que tiene (foreland).</p>
<p>Objetivo 7</p> <p>Elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los mexicanos que viven en las zonas rurales y costeras.</p> <p>Estrategia 7.6 Impulsar la modernización integral del sector pesquero para hacerlo competitivo en el mercado internacional.</p>	<p>El presente proyecto es congruente con esta estrategia ya que garantiza la accesibilidad de los productos pesqueros al Puerto de El Sauzal, así como los servicios necesarios de las flotas pesqueras.</p>
<p>Objetivo 14</p> <p>Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y las telecomunicaciones hacia el interior y el exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México.</p> <p>Estrategia 14.7 Ampliar la cobertura de los transportes en todas sus modalidades, modernizar la infraestructura y proporcionar servicios confiables y de calidad para toda la población.</p>	<p>El proyecto es congruente con esta estrategia ya que permitirá ampliar la infraestructura necesaria para garantizar los servicios de transporte portuario y comunicaciones.</p>

Infraestructura para el desarrollo

La infraestructura es fundamental para determinar los costos de acceso a los mercados, tanto de productos como de insumos, así como para proporcionar servicios básicos en beneficio de la población y de las actividades productivas, siendo así un componente esencial de la estrategia para la integración regional y el desarrollo social equilibrado. Comparaciones internacionales señalan que, por la calidad y competitividad de su infraestructura, México se ubica actualmente entre el quinto y el séptimo lugar en

América Latina. Dichas comparaciones señalan que la infraestructura de México es 30 % menos competitiva que la de Chile. Asimismo, los montos de inversión son relativamente bajos: la inversión en infraestructura, excluyendo petróleo, como porcentaje del PIB en México es de alrededor del 2 %, Chile invierte más del doble, mientras que China destina un monto equivalente a 9 % del PIB para inversión en infraestructura. El Banco Mundial estima que, tan solo para alcanzar la cobertura universal en servicios básicos, atender el crecimiento de la demanda y dar un mantenimiento adecuado a la infraestructura existente, México debe incrementar su inversión entre 1.0 % y 1.25 % del PIB y que, para elevar la competitividad del país de manera significativa, la inversión en infraestructura como porcentaje del PIB debe al menos duplicarse respecto a los niveles actuales. El objetivo primordial del PND en esta materia es incrementar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura, de modo que al final de la presente administración, México se ubique entre los treinta países líderes en infraestructura de acuerdo a la evaluación del Foro Económico Mundial (Presidencia de la República, 2007^a). En la Tabla XI se presenta el análisis de la vinculación entre los objetivos del PND relacionados con estos rubros y la ejecución del presente proyecto.

Eje 4. Sustentabilidad ambiental

El PND establece que los recursos naturales son la base de la sobrevivencia y la vida digna de las personas. Es por ello que la sustentabilidad de los ecosistemas es básica para una estrategia integral de desarrollo humano. En primer término, una administración responsable e inteligente de los recursos naturales es el punto de partida para contar con políticas públicas que efectivamente promuevan la sustentabilidad del medio ambiente. Al mejorar las condiciones actuales de vida de la población mediante el uso racional de los recursos naturales, aseguraremos el patrimonio de las generaciones futuras. El PND propone que un primer elemento en el nivel de las políticas públicas para preservar el medio ambiente sea la transversalidad. Ésta es imprescindible para que una efectiva coordinación interinstitucional, así como una verdadera integración entre sectores de gobierno, permitan llegar a producir resultados cuantificables. El objetivo de detener el deterioro del medio ambiente no significa que se dejen de aprovechar los recursos naturales, sino que éstos se utilicen de mejor manera. Avanzar en esa dirección supone que se realicen análisis de impacto ambiental y que se invierta significativamente en investigación y desarrollo de ciencia y tecnología. (Poder Ejecutivo Federal, 2007).

Zonas costeras

Los ambientes costeros y oceánicos poseen una elevada riqueza biológica que contribuye a la megadiversidad y a la actividad económica de las zonas costeras y marinas del país. La riqueza natural de estas regiones atrae diversas actividades económicas como la agropecuaria, la extracción de hidrocarburos, el turismo, la industria, la acuicultura y la pesca; desafortunadamente, el desarrollo

desordenado de éstas y otras actividades, así como el crecimiento poblacional han provocado graves problemas en ecosistemas altamente vulnerables. En la Tabla XII se presenta el análisis de vinculación entre el proyecto y el eje rector de Sustentabilidad ambiental.

Tabla XII. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del eje rector “Sustentabilidad ambiental”

Plan Nacional de Desarrollo	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 7	
Asegurar la utilización de criterios ambientales en la Administración Pública Federal.	
Estrategia 7.1 Establecer criterios de sustentabilidad ambiental en los programas y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.	En el presente estudio de impacto ambiental, se definen las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales potenciales del proyecto, los cuales coadyuvarán a garantizar la sustentabilidad ambiental de la zona.
Objetivo 8	
Lograr una estrecha coordinación e integración de esfuerzos entre las dependencias de la Administración Pública Federal, los tres órdenes de gobierno y los tres poderes de la Unión, para el desarrollo e implantación de las políticas relacionadas con la sustentabilidad ambiental.	
Estrategia 8.1 Diseñar e instrumentar mecanismos que promuevan y faciliten la coordinación entre los tres órdenes de gobierno en los programas y acciones relacionados con la sustentabilidad ambiental.	El proyecto es congruente con esta estrategia, ya que en torno a él se coordinarán las acciones y responsabilidades de la SEMARNAT y la SCT (ámbito Federal), así como del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP), como entidad responsable de las tareas de planeación en el municipio.

Del análisis realizado hasta aquí, se concluye que el proyecto se vincula estrechamente con diversas estrategias del PND y es congruente con sus principales objetivos así como con los objetivos particulares de los ejes rectores aplicables.

III.2.2 Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (PNI) establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país. Este Programa se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y es un elemento fundamental para elevar el crecimiento, generar más y mejores empleos y alcanzar el desarrollo humano sustentable.

El documento se divide en cuatro partes: Situación actual de la infraestructura en México; Visión de largo plazo, con los objetivos y acciones estratégicas que se proponen; Visión sectorial, que contiene los indicadores, estrategias, metas específicas y principales proyectos para cada uno de los sectores considerados; y requerimientos de inversión, donde se presentan los montos de recursos necesarios para dar cumplimiento a las metas. En la Tabla XIII se presenta el análisis de vinculación entre el proyecto y las estrategias establecidas para la Infraestructura Portuaria dentro del PNI.

Tabla XIII. Vinculación del proyecto con las estrategias y metas del PNI 2007-2012

Plan Nacional de Desarrollo	Vinculación con el Proyecto
Incrementar la infraestructura portuaria, especialmente, la capacidad de manejo de contenedores.	El proyecto es congruente con esta estrategia, ya que se garantiza que el Puerto de El Sauzal tendrá las condiciones necesarias para el manejo de carga contenerizada dentro de sus instalaciones.
Fomentar la competitividad del sistema portuario, para ofrecer un mejor servicio acorde con estándares internacionales.	El proyecto es congruente con esta estrategia, ya que al garantizar instalaciones acordes con los estándares internacionales (profundidad y seguridad), se fomentará la competitividad de este puerto a nivel internacional.

Del análisis realizado en este apartado, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y metas del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.

III.2.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

Este Programa se construye a partir de los objetivos, estrategias y metas planteadas en el Proyecto de Gran Visión México 2030, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (PNI) así como de las necesidades de la ciudadanía captadas a través de los Foros de Consulta del Sector Comunicaciones y Transportes. El Programa está dividido en tres grandes apartados. El primero incluye la introducción, un breve diagnóstico del Sector, la misión, la visión y los objetivos sectoriales, así como el nuevo esquema de planeación integral, la consolidación del cambio estructural y la agenda estratégica 2007-2012 del Sector. La segunda parte está integrada por los planes estratégicos subsectoriales conformados por los diagnósticos particulares, objetivos, estrategias, líneas de acción, indicadores y metas para los subsectores de infraestructura, transporte y comunicaciones. Finalmente, se incorporó un apartado que describe las estrategias y líneas de acción en materia de modernización administrativa y mejora de la gestión, así como en lo que respecta a la investigación científica e innovación tecnológica durante la presente Administración (SCT, 2008).

Dentro de este contexto, el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 constituye para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el instrumento rector de sus acciones en el mediano plazo para cumplir el objetivo primordial del PND y las metas del PNI en materia de incremento de la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura, contribuyendo con ello a reducir significativamente las desigualdades y los desequilibrios regionales del país, de modo que, al final de la Administración, México se ubique como uno de los líderes de América Latina y mejore su posición a nivel internacional. Para ello, las estrategias planteadas consisten en ampliar la cobertura y accesibilidad de las comunicaciones y transportes en todas sus modalidades y servicios; modernizar, diversificar e interconectar la infraestructura existente y proporcionar servicios seguros, de calidad y a precios asequibles. Asimismo, se impulsará el desarrollo de nodos intermodales que brinden

alternativas para la movilización de carga comercial, de tal forma que este sistema reduzca los costos logísticos y fomente la competitividad del país. En la Tabla XIV se presenta el análisis de vinculación entre el proyecto y los objetivos generales del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes.

Tabla XIV. Vinculación del proyecto con los objetivos generales del PSCT

PSCT	Vinculación con el Proyecto
<p>1) Cobertura</p> <p>Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que la finalidad del mismo es asegurar las condiciones óptimas para la operatividad del Puerto de El Sauzal. Asimismo, la realización del proyecto permitirá el tránsito de mercancías de manera más ágil.</p>
<p>2) Calidad</p> <p>Promover altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes, para contribuir a elevar la productividad del sector y el desarrollo económico y social del país.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que la realización del presente estudio y la posterior aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación promueve la realización del proyecto con altos niveles de eficiencia y con el apropiado cuidado del medio ambiente.</p>
<p>3) Seguridad</p> <p>Incrementar los niveles de seguridad asociados a la infraestructura y los servicios del sector, mediante acciones para mejorar la calificación del factor humano, la infraestructura, los sistemas y equipamientos, así como la supervisión y cultura de seguridad, a fin de prevenir la ocurrencia de ilícitos, accidentes, pérdidas de vidas humanas y materiales dentro del sistema de comunicaciones y transportes.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que una de las metas que se pretende lograr con el proyecto es precisamente mejorar las condiciones de seguridad dentro de la infraestructura portuaria.</p>
<p>4) Competitividad</p> <p>Convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales e incorporando de manera continua las nuevas tecnologías en el desarrollo del sector para detonar el comercio exterior e interior y el crecimiento económico del país</p>	<p>El proyecto se vincula con este objetivo ya que mejorará la eficiencia en la operación del puerto. Esto permitirá al puerto, seguir comunicando adecuadamente la región.</p>

Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos generales del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012.

III.2.4 Plan Estatal de Desarrollo 2008-2013

Este Plan Estatal de Desarrollo (PED) tiene como finalidad establecer los objetivos estatales, las estrategias y las prioridades que durante la administración 2008-2013 deberán regir la acción del gobierno estatal de Baja California. El PED 2008-2013 está estructurado en seis ejes rectores:

1. Seguridad y justicia integral
2. Formación para la vida
3. Desarrollo Regional Sustentable.

4. Economía competitiva
5. Bienestar y desarrollo humano
6. Gobierno al servicio de la gente

A continuación se analiza la vinculación que tienen las actividades del proyecto con el eje de economía competitiva del PED.

Tabla XV. Vinculación del proyecto con el PED

PED (Eje 4. Economía competitiva)	Vinculación con el Proyecto
<p>4.1 Política económica para la competitividad y el empleo.</p> <p>4.1.2 Atracción de inversión y generación de empleos.</p> <p>4.1.2.1 Objetivo</p> <p>Promover mayor inversión local, nacional y extranjera que fomente la apertura de empresas y la creación de empleos de calidad.</p> <p>4.1.2.1.1 Promoción de inversión y creación de empleos.</p> <p>4.1.2.1.1.1 Reposicionar a Baja California en los ámbitos nacional e internacional.</p> <p>4.1.2.1.1.2 Atraer mayor inversión para la actividad productiva.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que, independientemente de la importante inversión y la generación de empleos que en sí mismo representa, será el motor que atraerá nuevas inversiones, así como un incentivo para la apertura de empresas y, con ello, la generación de empleos.</p> <p>Además, la ampliación del Puerto de El Sauzal mejorará la eficiencia en su operación y le permitirá seguir comunicando adecuadamente a la región, además de reposicionarlo tanto nacional como internacionalmente en materia de transporte marítimo de mercancías.</p>
<p>4.3 Campo, pesca y desarrollo rural.</p> <p>4.3.5 Pesca y acuicultura.</p> <p>4.3.5.2 Objetivo</p> <p>Mejorar las condiciones de aprovechamiento, producción y comercialización pesquera y acuícola.</p> <p>4.3.5.2.1.2 Desarrollar la infraestructura básica y productiva.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que uno de sus propósitos fundamentales es precisamente el de contar con la infraestructura básica para proporcionar mejores condiciones de manejo y comercialización para los productos pesqueros de la región.</p>
<p>4.5 Desarrollo del comercio y el turismo.</p> <p>4.5.1 Comercio.</p> <p>4.5.1.1 Objetivo</p> <p>Fortalecer un comercio interno y externo que beneficie al consumidor y genere divisas.</p> <p>4.5.1.1.3 Promoción del comercio exterior.</p> <p>4.5.1.1.3.1 Fomentar y diversificar el acceso de las empresas locales a los mercados internacionales.</p>	<p>El proyecto es congruente con este objetivo ya que una de las metas que se pretende lograr con el proyecto es precisamente mejorar la infraestructura portuaria para el manejo masivo de mercancías, aprovechando la estratégica situación geográfica con que se cuenta en relación con los principales mercados de producción y consumo en el mundo.</p>
<p>4.5.2 Logística y cruces fronterizos.</p> <p>4.5.2.1 Objetivo</p> <p>Mejorar la infraestructura e impulsar el cluster de logística para fortalecer la capacidad competitiva de la región.</p> <p>4.5.2.1.1 Fomento a la infraestructura y al cluster de logística.</p> <p>4.5.2.1.1.2 Impulsar la infraestructura de apoyo a la distribución y producción (puertos marítimos, puertos aéreos, parques industriales, garitas internacionales, etcétera).</p> <p>4.5.2.1.1.5 Impulso al cluster de logística y servicios.</p>	<p>El proyecto se vincula con este objetivo ya que mejorará la infraestructura y eficiencia en la operación del Puerto de El Sauzal con lo que se resolverán las carencias logísticas que imposibilitan el buen desarrollo de las cadenas productivas que actualmente utilizan el Puerto de Ensenada; debido esencialmente a la situación del contexto portuario con relación a la Ciudad de Ensenada y su desarrollo urbano, que ha envuelto al puerto imposibilitando su crecimiento y limitando su desarrollo.</p>

Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos del eje rector N° 4 de economía competitiva del Plan Estatal de Desarrollo.

III.2.5 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC) es el instrumento técnico normativo para la aplicación de la política ecológica que procura alcanzar el desarrollo sustentable en el Estado de Baja California. Entre sus objetivos específicos se encuentran: a) fomentar un desarrollo urbano más equilibrado, con la finalidad de reducir los factores ambientales, urbanos, sociales y económicos, que lo condicionan; b) promover un desarrollo de actividades económicas en el estado y los municipios bajo un enfoque del desarrollo local; c) promover una mejora en la calidad del medio ambiente con una perspectiva sustentable y una participación destacada de los actores locales; y d) mejorar los niveles de vida de la población de Baja California a través de promover el empleo y mejores condiciones de vida.

El POEBC determina 10 unidades de gestión ambiental (UGA) con lineamientos generales para el desarrollo de las actividades productivas, el manejo de residuos, la educación ambiental, el uso de los recursos hídricos y la conservación y restauración de los recursos naturales. Este proyecto se ubica dentro de la UGA 2 Conurbación Tecate, Tijuana, Rosarito y Ensenada.

La UGA está constituida por 30 subsistemas y una superficie de 7,973 Km² en la que se incluye la mancha urbana de Ensenada y la conurbación formada por las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito. La dinámica poblacional y la metropolización de esas ciudades convierten a la región en un potencial polo de atracción para el desarrollo económico, industrial, comercial y turístico; con dimensiones regionales y binacionales que se extiende al puerto de El Sauzal. Para esta unidad de gestión aplica la Política General de Aprovechamiento con Consolidación. Por el grado de desarrollo alcanzado en las cabeceras municipales mencionadas, en ellas aplica también el aprovechamiento con consolidación como política particular, con el propósito de planear de la mejor manera posible el potencial de desarrollo económico existente. En los asentamientos periféricos a las cuatro cabeceras municipales, aplica una política de aprovechamiento con impulso tendiente a vigorizar el desarrollo urbano. Sin embargo, para El Sauzal de Rodríguez, incluido en el Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada, que se extiende desde Playas de Tijuana hasta Punta Banda-La Bufadora, se establece una política particular de aprovechamiento con impulso que fortalece la vocación turística de la región. En este corredor destacan las actividades productivas del sector primario y terciario. En el Corredor Tecate-Ensenada se aplica una política particular de aprovechamiento con regulación, en este corredor se requiere fortalecer la producción agroindustrial y fomentar las actividades turísticas de bajo impacto, dado el potencial que la zona tiene para promover un turismo cultural y ecológico pasivo para

desarrollar actividades vinculadas con el ecoturismo, turismo rural y la conservación de ecosistemas de relevancia ecológica.

A continuación se describen las políticas ambientales general y particular que aplican a la zona donde se encuentra el Puerto de El Sauzal:

Política de Aprovechamiento. Esta política tiene por objeto mantener la integridad funcional del territorio, proporcionando medidas técnicas normativas para que la utilización de los recursos naturales genere el menor impacto al medio ambiente. Para lo anterior el POEBC establece la siguiente normatividad para el uso del territorio, para las dos de las tres variantes de la política de aprovechamiento que nos interesan:

Política general: Aprovechamiento con Consolidación (AC). Esta política se aplica en áreas donde existe concentración de la población. Son zonas muy dinámicas que han alcanzado un desarrollo económico aceptable y donde existe concentración del desarrollo urbano y de las actividades productivas (agrícolas industriales, turísticas), por lo que se requiere aplicar medidas tendientes a fortalecer y asegurar el uso adecuado del territorio en función de criterios económicos, urbanos, ecológicos y sus correspondientes ordenamientos y normas, para minimizar los efectos nocivos en el medio ambiente.

Política particular: Aprovechamiento con impulso (AI). Aplica en zonas que no han alcanzado el desarrollo urbano y económico y por lo tanto se requiere impulsar o reorientar su desarrollo de manera organizada con los lineamientos y normas vigentes.

La aplicación de las políticas de ordenamiento territorial en el estado de Baja California atiende a los lineamientos ambientales que se presentan en el POEBC, con el fin de que se consideren como parte complementaria de la normatividad particular existente en materia de ecología, economía, desarrollo social, agrícola, turístico, urbano, regional y aprovechamiento rural y con miras a optimizar el uso, aprovechamiento y en su caso protección, de los recursos naturales. Estos lineamientos se clasifican en:

- a) Lineamientos generales: aplicables para toda el área de ordenamiento y para cualquier tipo de obra y actividad que se desarrolle en el estado, indistintamente de la política resultante.
- b) Lineamientos por política: aplicables a cada una de las unidades de gestión ambiental (UGA's).
- c) Lineamientos específicos: aplicables a las Áreas Especiales de Conservación.

En la Tabla XVI se presenta la vinculación que tiene el proyecto con los lineamientos generales en el POEBC para los sectores primario (subsector pesca) y terciario (subsector desarrollo urbano), así como con los establecidos para la política ambiental AC, aplicables al proyecto.

Tabla XVI. Vinculación con los lineamientos generales y para la política de Aprovechamiento con consolidación del POEBC

Lineamientos generales	Vinculación con el Proyecto
<ul style="list-style-type: none"> En los centros de recepción y transformación de los productos pesqueros se deberán implementar medidas preventivas y de control de la contaminación ambiental. Queda prohibida la disposición inadecuada de residuos generados en embarcaciones e instalaciones de arribo. 	<p>El proyecto es congruente con estos dos primeros lineamientos, ya que con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación emanadas del presente estudio se promueve la realización y operación del proyecto con altos niveles de eficiencia y con el apropiado cuidado del medio ambiente.</p>
<ul style="list-style-type: none"> En el diseño y ubicación de infraestructura en el medio marino se deberá contar los estudios científicos que demuestren que no se verán alterados los procesos oceanográficos (físicos y biológicos) de la zona. 	<p>El proyecto es congruente con este lineamiento ya que, tanto para su diseño como para la elaboración del presente estudio, se han llevado a cabo los estudios técnicos y científicos necesarios para garantizar su sustentabilidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Las obras e instalaciones de arribo, y las obras para navegación deberán respetar la vocación del área y planearse de tal forma que no modifiquen la función ecológica de los cuerpos de agua. 	<p>El proyecto es congruente con este lineamiento, toda vez que se llevará a cabo en un área aledaña a las instalaciones existentes, concesionada de origen como parte de la dársena portuaria de El Sauzal, por su clara vocación para tal propósito.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Las obras e instalaciones de arribo, y las obras para navegación deberán contar con la autorización en materia de impacto ambiental. 	<p>La intención de que el proyecto sea congruente con este lineamiento se hace evidente precisamente mediante la preparación y presentación del presente MIA, y lo será una vez que se reciba la autorización correspondiente.</p>
<ul style="list-style-type: none"> No se autorizarán construcciones en terrenos cuya ubicación, uso o destino corresponda a zonas prohibidas a dichos usos. 	<p>El proyecto es congruente con este lineamiento debido a que el área destinada para la ampliación del puerto ha sido habilitada para uso portuario por decreto.</p>
Lineamientos Aprovechamiento con consolidación	Vinculación con el Proyecto
<p>Se restringe el desarrollo de las actividades económicas, desarrollos inmobiliarios y asentamientos humanos a la disponibilidad de áreas adecuadas para su asentamiento, las que deberán contar con la infraestructura y servicios necesarios.</p>	<p>El proyecto dotará de equipamiento e infraestructura necesaria para el desarrollo de actividades económicas dentro del área del puerto de El Sauzal.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Es prioritaria la implementación de un programa integral de manejo de residuos de acuerdo a los ordenamientos vigentes en la materia. 	<p>Los residuos que se generarán en el proyecto serán recolectados, almacenados temporalmente y dispuestos en el relleno sanitario municipal, previa autorización del ayuntamiento.</p>

El proyecto se vincula correctamente con el POEBC y no se contrapone a los lineamientos generales ni a los establecidos en la política de Aprovechamiento con consolidación.

III.2.6 Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosario-Ensenada

El Programa Regional de Desarrollo Urbano Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosario-Ensenada [COCOTREN] (Gobierno del Estado de Baja California, 2001) es un instrumento normativo de planificación urbana y ambiental que actualiza el primer ejercicio de desarrollo regional

realizado en la entidad en 1995. El título incorpora una modificación sustantiva del ámbito legal del ordenamiento, como resultado de la formación del quinto municipio de la entidad con cabecera en Playas de Rosarito.

En el capítulo tercero de este programa se describe el modelo de ordenamiento territorial con la identificación de las políticas y estrategias de integración regional y usos de suelo.

De acuerdo al COCOTREN, el proyecto se encuentra en la zona Ensenada, dentro de la UGA19 denominada “El Sauzal-Ensenada” y tiene la política de “Aprovechamiento con impulso urbano”. Para esta zona del COCOTREN se tienen establecidas como tendencias de desarrollo al sector urbano, hotelería y servicios turísticos, actividades portuarias e industriales.

Tabla XVII. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UGA19 del COCOTREN

Estrategias y Lineamientos	Vinculación con el Proyecto
Impulsar en El Sauzal la instalación de infraestructura regional	El proyecto se vincula directamente con esta estrategia ya que la ampliación de la infraestructura portuaria, le conferirá mayor presencia regional e internacional.
Concentración de equipamientos y servicios en áreas específicas optimizando las ya existentes y limitar la expansión territorial	El proyecto tiene el propósito de optimizar las instalaciones portuarias existentes, concentrando en El Sauzal las operaciones de carga, limitando así la necesidad de crecimiento del Puerto de Ensenada

El proyecto se vincula con el COCOTREN en lo que se refiere a la infraestructura regional y no se contrapone a los lineamientos establecidos en los rubros de usos y programas urbanos.

III.2.7 Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2011

El Programa Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) es el documento rector del puerto de Ensenada para el periodo comprendido del año 2006 al 2011, que contempla estrategias para el desarrollo de los Puertos de El Sauzal, Ensenada y Punta Colonet, alineadas a las cédulas programáticas y estrategias del PRORED y del Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Baja California (PEDU), aspirando a la participación coordinada con las autoridades y dependencias involucradas para contribuir en el cumplimiento de dicho programa.

En el PMDP se establecen los lineamientos para la identificación y justificación de los usos, destinos y modos de operación de las zonas del Puerto de Ensenada, así como las medidas y previsiones que garanticen su desarrollo, y se plantean 24 iniciativas estratégicas para el futuro del puerto.

Una de estas iniciativas es la Reubicación de la Actividad Pesquera en el Puerto de El Sauzal, en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2015. Es decir que, paulatinamente, se espera reubicar en el Puerto de El Sauzal, a las embarcaciones pesqueras que están en el Puerto de Ensenada.

Una segunda iniciativa es justamente el Proyecto de Desarrollo del Puerto de El Sauzal; programado para su conclusión en el año 2013, con lo que se espera lograr:

- a) Dotar de infraestructura necesaria al puerto de El Sauzal para activar su desarrollo en el manejo de carga comercial, en donde se ofrezcan mejores condiciones de operación portuaria y satisfacer con ello las necesidades de las cadenas productivas.
- b) Brindar una solución de crecimiento y desarrollo estratégico a las cadenas productivas que intervienen actualmente en el Puerto de Ensenada, de una forma ordenada y planeada, en beneficio de la comunidad portuaria y del Estado de Baja California.
- c) Especializar al puerto de El Sauzal en el manejo de carga comercial, contribuyendo en el desarrollo de las cadenas productivas.

La vinculación del proyecto con las mencionadas estrategias establecidas en el Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2011, se explica por si misma; por lo que, se concluye que el proyecto es congruente con ellas.

III.2.8 Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010

El desarrollo de los centros de población del Municipio de Ensenada es uno de los mayores retos en términos de planeación urbana y de los recursos financieros para obras de infraestructura y servicios básicos.

La gestión de proyectos estratégicos emanados del Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada (PMDE), enfocados hacia el desarrollo integral del Municipio, comprenderán el crecimiento de la ciudad de Ensenada con sentido estratégico y coordinado, para la regularización de la tierra y, por tanto, para un ordenamiento urbano que fomente el desarrollo sustentable de recursos naturales y el mejor aprovechamiento de la vocación económica de las localidades que integran el territorio municipal, con un claro beneficio a la sociedad.

Dentro de la estructura del PMDE se considera un orden jerárquico que incluye tanto las tareas del Gobierno Municipal, las coordinadas con los Gobiernos Estatal y Municipal, como las concertadas con la sociedad, de acuerdo con los aspectos relevantes para el desarrollo municipal, o Ejes Temáticos.

Los Ejes Temáticos o grandes objetivos estratégicos se han estructurado en el siguiente orden:

ET.1 Seguridad y Tranquilidad para Todos.

ET.2 Desarrollo Urbano y Protección al Medio Ambiente.

ET.3 Infraestructura y Servicios Públicos de Calidad.

ET.4 Desarrollo Humano Integral.

ET.5 Gobierno Honesto y Eficiente.

ET.6 Desarrollo Regional Rural Sustentable.

ET.7 Desarrollo Económico Integral.

Cada Eje Temático (ET), como gran objetivo estratégico, se integra por un diagnóstico, las estrategias (E), sus objetivos (O) y sus respectivas líneas de acción (LA). A continuación se analiza la vinculación del proyecto con las estrategias establecidas en el PMD.

Tabla XVIII. Vinculación del proyecto con el PMDE

Estrategias o Lineamientos	Vinculación con el Proyecto
<p>E 7.1: Impulsar un desarrollo económico que eleve el nivel de vida de los ensenadenses, y sea generador de riqueza y empleos dignos.</p> <p>O 7.1.2: Promover la inversión nacional y extranjera.</p> <p>L.A. 7.1.2.1 Estimular el mercado interno, fortaleciendo las cadenas productivas y promoviendo el consumo de los productos y servicios locales, mediante su desregulación y orientación.</p>	<p>El proyecto se vincula directamente con esta estrategia ya que la ampliación de la infraestructura portuaria, le conferirá mayor presencia regional e internacional, atraerá la inversión nacional y extranjera, y fortalecerá las cadenas productivas.</p>
<p>O 7.1.3: Fomentar la infraestructura de apoyo a las actividades económicas y extranjera (sic).</p> <p>L.A. 7.1.3.1 Promover, gestionar y construir infraestructura para potenciar el desarrollo económico del Municipio.</p>	<p>El proyecto tiene el propósito de optimizar la infraestructura portuaria existente. Mejores y más eficientes puertos, potenciarán el desarrollo económico municipal y estatal</p>
<p>E 7.3: Impulsar las vocaciones productivas y áreas estratégicas del municipio.</p> <p>O 7.3.3: Fomentar el desarrollo portuario.</p> <p>L.A. 7.3.3.4: Fomentar una mayor vinculación Puerto-Ciudad, que permita generar mayores beneficios para el municipio (proyectos portuarios integrales), en coordinación con propietarios colindantes al Puerto y acorde a las necesidades de la Ciudad.</p> <p>L.A. 7.3.3.11: Promover el transporte marítimo de pasajeros y carga entre los puertos de Ensenada y El Sauzal y los puertos de San Diego y Long Beach California.</p>	<p>El proyecto contempla entre sus objetivos precisamente estas dos líneas de acción del PMDE. Su vinculación se explica por sí misma.</p>

De acuerdo con las estrategias, objetivos y líneas de acción mencionadas, el proyecto es congruente con lo propuesto en el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010.

III.2.9 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada 2030

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada (PDUCPE) es el instrumento por el cual se establecen los lineamientos de regulación, ordenamiento, de control y de consulta de los sectores oficiales, sociales, comunitarios y privados que estén interesados en el proceso urbano de la ciudad, tales como: usos y destinos del suelo, definición de densidades y restricciones de ocupación, definición de reservas territoriales habitacionales, industriales, agropecuarias, de infraestructura y servicios, así como la determinación de la ubicación de áreas y edificios destinados al bienestar social y la superación personal de todos los ciudadanos, restaurando y preservando el equilibrio ecológico.

Desde la óptica de propiciar que la Ciudad de Ensenada y las áreas comprendidas dentro del Limite del Centro de Población tengan un crecimiento ordenado, controlado y armónico en materia de desarrollo urbano, así como para optimizar los servicios de infraestructura y equipamiento, el PDUCEPE distingue a los puertos de Ensenada y de El Sauzal como importantes detonadores para el desarrollo de diversas actividades, entre las que destacan instalaciones de astilleros, graneles minerales, pesca, así como terminales y muelles para carga y contenedores; con un amplio y complejo universo de usuarios regionales vinculados, como la industria maquiladora, la industria de exportación y el sector agropecuario, entre otros. Sin embargo, del análisis que se hace en el mismo documento respecto de estas dos terminales portuarias, se deja en claro que la primera de ellas enfrenta ya problemas que limitan su crecimiento y, consecuentemente, el desarrollo de las actividades económicas relacionadas; y se establece como un área de oportunidad la posibilidad de crecimiento en nuevos complejos portuarios como el de El Sauzal, para subsanar tal limitación y brindar nuevas posibilidades al desarrollo económico regional.

Por otro lado, uno de los principios de planeación utilizados en la estrategia general de desarrollo urbano del PDUCEPE los fue el Integrar la ciudad, la costa y el puerto a través de espacios costeros debidamente habilitados y comunicados, con estrategias que faciliten la accesibilidad ciudadana a la costa y al aprecio de su paisaje. En dicha estrategia, en lo referente a los usos de suelo, se impulsan a corto plazo las reservas ubicadas en El Sauzal por ser el que cuenta con el mayor número de enlaces regionales, la presencia del puerto y un corredor industrial aún en formación.

En la Tabla XIX se presenta la vinculación que tiene el proyecto con el análisis, los principios de planeación y la estrategia general del PDUCEPE.

Tabla XIX. Vinculación del proyecto con el PDUCEPE

Principios y Estrategias	Vinculación con el Proyecto
<p>Análisis</p> <p>El puerto de El Sauzal como alternativa a las limitantes al crecimiento del puerto de Ensenada y al desarrollo de las actividades económicas relacionadas.</p>	<p>El proyecto es congruente con este análisis, ya que asegurar una adecuada infraestructura portuaria que propicie el desarrollo económico regional es precisamente lo que lo motiva.</p>
<p>Principio de planeación</p> <p>Integrar la ciudad, la costa y el puerto a través de espacios costeros debidamente habilitados y comunicados, con estrategias que faciliten la accesibilidad ciudadana a la costa y al aprecio de su paisaje</p>	<p>El proyecto es congruente con este principio, ya que se habilitarán debidamente los espacios costeros asignados anticipadamente al puerto de El Sauzal y que actualmente se encuentran subutilizados. Además, al trasladar a este último parte de las actividades del puerto de Ensenada, se mejoran las condiciones ambientales dentro de la rada portuaria de Ensenada (y su zona turística).</p>

Principios y Estrategias	Vinculación con el Proyecto
<p>Estrategia general (usos de suelo)</p> <p>Impulso a corto plazo de las reservas ubicadas en El Sauzal, por contar con el mayor número de enlaces regionales, la presencia del puerto y un corredor industrial aún en formación</p>	<p>El proyecto es congruente con esta estrategia ya que el puerto es justamente uno de los factores considerados para el impulso a corto plazo de las reservas en la zona, además de representar un atractivo estratégico para la inversión y el desarrollo del incipiente corredor industrial.</p>

Del análisis anterior, se concluye que el proyecto se vincula con los principios y estrategias de planeación establecidos en el PDUCPE.

III.3 Análisis de los instrumentos Normativos

El proyecto se vincula con los instrumentos jurídicos que se enlistan a continuación:

III.3.1 Ley General de Bienes Nacionales

Esta Ley establece en su Art. 7 los bienes de uso común: [...] V. La zona federal marítimo terrestre; VI. Los puertos, bahías, radas y ensenadas; VII. Los diques, muelles, escolleras, malecones y demás obras de los puertos, cuando sean de uso público; [...] IX. Las riberas y zonas federales de las corrientes.

El proyecto tiene como propósito fundamental la ampliación del Puerto de El Sauzal, el cual forma parte del inventario de bienes nacionales.

III.3.2 Ley de Puertos

La Ley de Puertos define como “puerto: El lugar de la costa o ribera habilitado como tal por el Ejecutivo Federal para la recepción, abrigo y atención de embarcaciones, compuesto por el recinto portuario y, en su caso, por la zona de desarrollo, así como por accesos y áreas de uso común para la navegación interna y afectas a su funcionamiento; con servicios, terminales e instalaciones, públicos y particulares, para la transferencia de bienes y transbordo de personas entre los modos de transporte que enlaza”. Asimismo, aclara que la **zona de desarrollo portuario** será “el área constituida con los terrenos de propiedad privada o del dominio privado de la Federación, de las entidades federativas o de los municipios, para el establecimiento de instalaciones industriales y de servicios o de cualesquiera otras relacionadas con la función portuaria y, en su caso, para la ampliación del puerto”.

Por otro lado, en su Artículo 40 establece los derechos y obligaciones que corresponderán a los administradores portuarios, entre los que se destacan los siguientes: I. Planear, programar y ejecutar las acciones necesarias para la promoción, operación y desarrollo del puerto, o grupo de ellos y terminales, a fin de lograr la mayor eficiencia y competitividad; II. Usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público en los puertos o grupos de ellos y terminales, y administrar los de la zona de desarrollo portuario, en su caso; III. Construir, mantener y administrar la infraestructura portuaria de uso

común; IV. Construir, operar y explotar terminales, marinas e instalaciones portuarias por sí, o a través de terceros mediante contrato de cesión parcial de derechos; [...].

Además, en el Artículo 41 se establece que “el administrador portuario se sujetará a un Programa Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP), el cual será parte integrante del título de concesión y deberá contener: I. Los usos, destinos y modos de operación previstos para las diferentes zonas del puerto o grupos de ellos, así como la justificación de los mismos, y II. Las medidas y previsiones necesarias para garantizar una eficiente explotación de los espacios portuarios, su desarrollo futuro y su conexión con los sistemas generales de transporte”.

El presente proyecto tiene como finalidad garantizar la eficiencia y competitividad del puerto de El Sauzal, asegurando una infraestructura adecuada para el desarrollo de la actividad portuaria. El proyecto es promovido por la Administración Portuaria Integral de Ensenada en cumplimiento de su PMDP, así como de las atribuciones que le otorga la Ley de Puertos.

III.3.3 Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para llevar a cabo obras relacionadas con las vías generales de comunicación, se requiere la autorización previa en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Para este propósito, quien pretenda realizar este tipo de obras deberá llevar a cabo los estudios técnicos necesarios y poner a consideración de dicha autoridad la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) correspondiente.

El artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, en su inciso B), ratifica esta obligación y especifica, como una de las obras consideradas como vías generales de comunicación sujetas a ella, la construcción de puertos que afecten áreas con vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros y cuerpos de agua nacionales. Este reglamento también indica que la MIA se presentará en la modalidad particular, con excepción de aquellas obras o actividades que incurran en alguno de los supuestos establecidos en su artículo 11, en los que no incide el proyecto que nos ocupa.

Con base en ello, el presente estudio da cumplimiento a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental con relación al proyecto de ampliación del Puerto de El Sauzal.

III.3.4 Normas Oficiales Mexicanas

Durante las distintas etapas del proyecto se vigilará el apego y observancia de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, según sea aplicable:

NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Esta norma aplica al proyecto porque se generarán residuos peligrosos durante la etapa de construcción, de acuerdo a lo descrito en el Capítulo II.

NOM-081-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.

Esta norma aplica al proyecto porque se generarán emisiones de ruido durante las diferentes etapas del proyecto.

NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio. Lista de Especies En Riesgo.

Es importante que se tenga en cuenta la norma en caso de registrarse la presencia de alguna especie que pudiera estar listada en ella.

NOM-002-SCT4-2003. Terminología marítima-portuaria.

Esta norma aplica al proyecto y debe ser observada para la elaboración de documentos y comunicaciones oficiales del sector marítimo portuario, con la intención de homologar la aplicación de los términos inherentes con respecto a las regulaciones nacionales e internacionales vigentes, tomando además en cuenta los usos y costumbres propios del sector.

NOM-023-SCT4-1995. Condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro.

Esta norma aplica al proyecto, una vez que entre en operación, debido a que existe la posibilidad de que se manejen mercancías peligrosas durante las operaciones de carga y descarga.

III.4 Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas (ANP).

El proyecto no se encuentra dentro ni cerca de ninguna Área Natural Protegida.

Otras áreas de atención prioritaria

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), ni dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP). Pero, sí se encuentra dentro de una Región Marina Prioritaria (RMP;Figura 12). Esta región es considerada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de

la Biodiversidad, CONABIO, como una RMP con la asignación de RMP-Ensenadense con una extensión de 27,453 km². La información general de esta RMP es la siguiente:

- Descripción: zona de matorral, dunas costeras, zonas oceánicas, islas, lagunas, bahías, playas, marismas, acantilados.
- Se pretende rescatar los parches de matorral costero entre la zona hotelera y la agrícola, considerados en peligro de extinción, los cuales funcionan como corredores para especies migratorias y residentes.

El Estero de Punta Banda se propone como zona protegida; y existen algunos estudios que sustentan tal propuesta. San Quintín-El Rosario (dunas El Socorro) es un ecotono entre el clima mediterráneo y el desierto central, que aún se encuentra en buen estado de conservación y concentra una gran diversidad de especies; es un área de alimentación y estancia invernal de aves; y su zona marina es de gran importancia para mamíferos marinos; sin embargo, existe el riesgo inminente de que esta región se vea significativamente alterada por la actividad agrícola.

- Su biodiversidad está constituida por la presencia de: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos y plantas; con endemismos de peces, invertebrados y plantas.

Con respecto a la Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs), el sitio del proyecto no se localiza dentro de ninguna AICA, y la más cercana encuentra al Sureste, tratándose de la AICA con clave No. 14 denominada Bahía Todos Santos. Esta AICA consiste en una laguna costera que se sitúa a lo largo del margen Sureste de la Bahía de Todos Santos. Se caracteriza por un canal en forma de “L” y se separa de la bahía por una barrera arenosa que se extiende desde Punta Banda hacia el Noreste con más de 7 Km. de longitud (Figura 13).

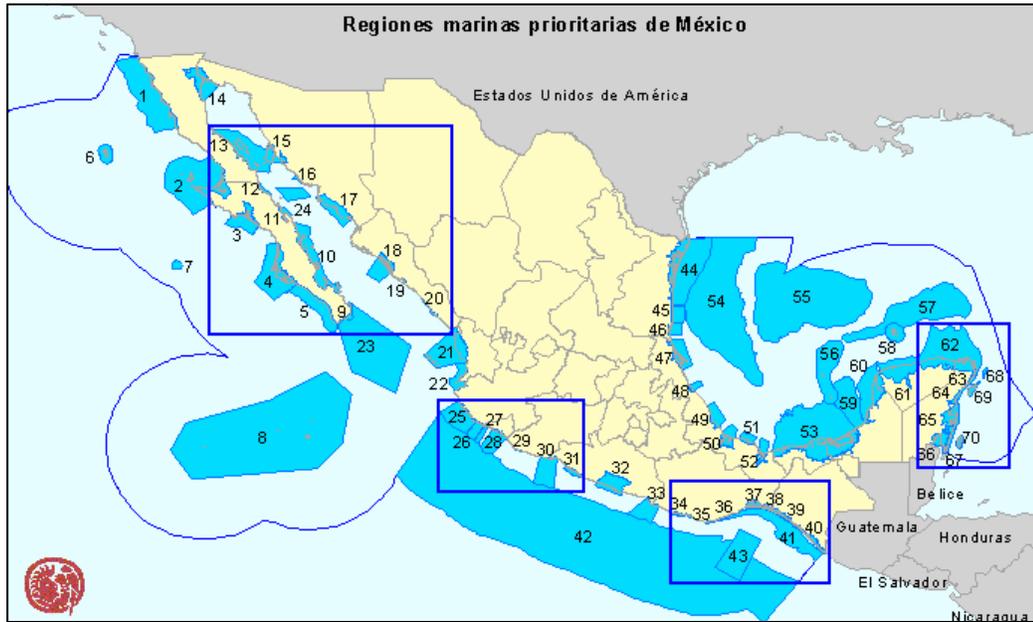


Figura 12. Mapa de las Regiones Marinas Prioritarias (Tomado de CONABIO, 2009b)

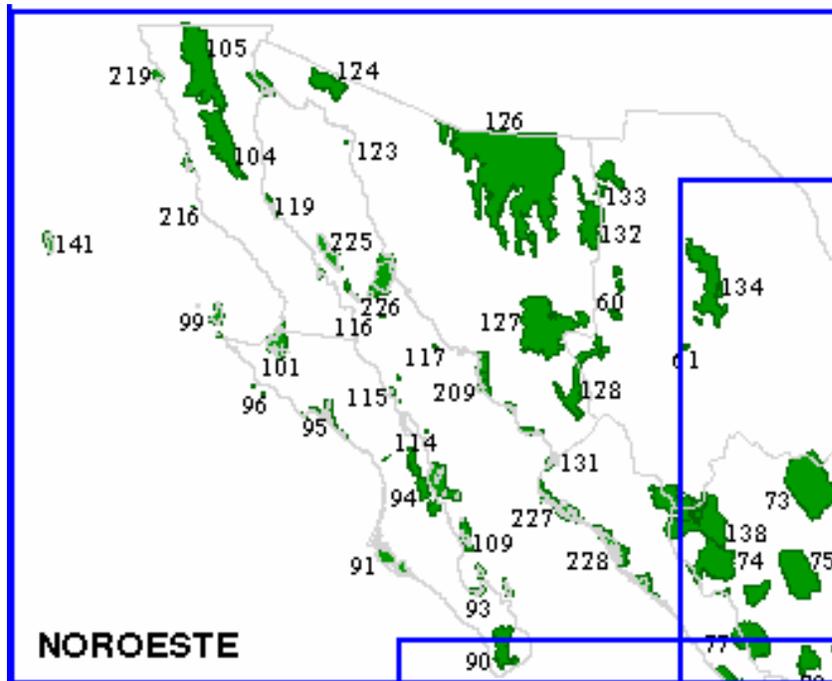


Figura 13. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en la región Noroeste (CONABIO, 2009a)

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.1 Delimitación del área de estudio

La delimitación del área preliminar se basó en la ubicación, distribución espacial y dimensiones del proyecto. El proyecto se ubica en el puerto de El Sauzal, Baja California, el cual tiene asignado el uso de una superficie (área total) de 211.19 ha, que incluye zona marina y zona terrestre. Lo anterior, de acuerdo al decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Julio de 2003. De la superficie total del Recinto Portuario de El Sauzal, este proyecto ocupará 51.19 ha y se utilizarán 5 ha adicionales fuera del recinto portuario para realizar la continuación del canal de acceso hasta la isobata de -12 m fuera del recinto portuario, sumando un total de 56.19 ha del proyecto.

Debido a que el proyecto se realizará en la zona costera y tendrá influencia tanto en el ecosistema terrestre como en el marino, se delimitó un Sistema ambiental Regional compuesto por una parte terrestre y una marina.

Para delimitar el SAR en la zona terrestre se identificaron dos opciones: utilizar como límite la cuenca hidrológica o utilizar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del “Corredor Costero Tijuana - Rosarito - Ensenada” (COCOTREN), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 16 de noviembre de 2001, Tomo CVIII. (Gobierno del Estado de Baja California, 2001).

Con el objetivo de integrar una descripción de mejor calidad de las condiciones ambientales y biológicas, se eligió utilizar las UGA del COCOTREN que colindan con la Bahía Todos Santos y Bahía Salsipuedes. La justificación para utilizar estas unidades es que la delimitación de la UGA lleva implícitos un conjunto de criterios ambientales que la identifican como una fracción del territorio con características ambientales “homogéneas”. De esta forma, la utilización de las UGA como límite terrestre del SAR aprovecha los criterios ambientales mencionados y permite evaluar impactos específicos relacionados con la dinámica costera a escala regional. Además, para cada UGA se disponen políticas de desarrollo con lo cual se pueden integrar a la descripción y diagnóstico del SAR aspectos de índole económica, social y urbana.

El COCOTREN define su área de ordenamiento como una estrecha porción costera de asentamientos humanos que se extiende paralela a la línea de costa entre las coordenadas 32° 32' y 31° 40' de latitud Norte y 116° 40' y 117° 03' de longitud Oeste. Esta franja presenta una amplitud de aproximadamente 2 km. desde la línea de costa hacia tierra adentro en la porción terrestre, misma que en algunas zonas se prolonga hasta los 10 km. El sistema propuesto por el COCOTREN está formado por 59 unidades ambientales terrestres.

El SAR quedó integrado por la UGA 19 denominada “El Sauzal-Ensenada”, que colinda con el área preliminar de estudio, y por las UGA 17 “Salsipuedes”, UGA 21 “Punta Banda (estero)”, UGA 22 “Punta Banda (dunas no urbanas)”, UGA 23 “Punta Banda (dunas urbanas)”, UGA 26 “Punta Banda (montañas)”, las cuales colindan con la Bahía Todos Santos y Bahía Salsipuedes.

La zona marina colindante con las UGA del COCOTREN seleccionadas no cuenta con un instrumento normativo que defina unidades ambientales (como podría ser el caso de un ordenamiento marino) por lo que se delimitó esta parte del SAR mediante criterios oceanográficos. Un rasgo físico susceptible de usarse para la delimitación de una zona marina es la configuración del fondo marino (batimetría). La forma más común para delimitar zonas a través de la batimetría es utilizando una línea de igual profundidad (isóbata). Sin embargo, la selección arbitraria de una isóbata no garantiza que el límite establecido con esta represente una zona de características homogéneas o marque un límite para los procesos ecológicos (como sería el caso de las cuencas hidrológicas en la zona terrestre). Por ello, la isóbata que se seleccionó para delimitar el SAR en la parte marina es la que marca el límite de “aguas profundas” para esta región (isobata de -50 m). El límite de aguas profundas representa la frontera en la que los procesos costeros como el oleaje tienen efectos significativos.

El límite de aguas profundas fue calculado con base a la climatología de oleaje que arriba a la zona y que es uno de los criterios oceanográficos determinantes en la dinámica costera. El oleaje es modificado por el fondo cuando su longitud de onda es mayor que la mitad de la profundidad; es decir, cuando $d \leq L/2$ donde d es la profundidad y L es la longitud de onda. Entonces, el límite de la afectación del oleaje está determinado por $d=L/2$. En aguas profundas la longitud de onda está relacionada con el periodo de la ola de la siguiente forma: $L=gT^2/(2\pi)$, donde g es la aceleración gravitacional y T es el periodo de la ola. Por lo tanto, el límite de agua profundas es la isóbata en la que $d=gT^2/(4\pi)$. Considerando que en el área preliminar el mayor periodo del oleaje es de 8 s, el cálculo de d es de $d=9.81 \cdot 8^2/(4 \cdot \pi)=49.9 \approx 50$ m.

Adicionalmente se decidió integrar como un elemento importante de la parte marina del SAR al cañón submarino ubicado entre las Islas Todos Santos y Punta Banda, ya que en esta zona se presentan corrientes y oleaje característicos de la Bahía Todos Santos y que son importantes para la zona marina propuesta para el SAR.

En la Figura 14 se muestra la región marina que se forma tomando como criterio de delimitación la isóbata de -50.0 m, dentro de la que se incluye la Bahía Salsipuedes, la Bahía Todos Santos y las Islas Todos Santos.

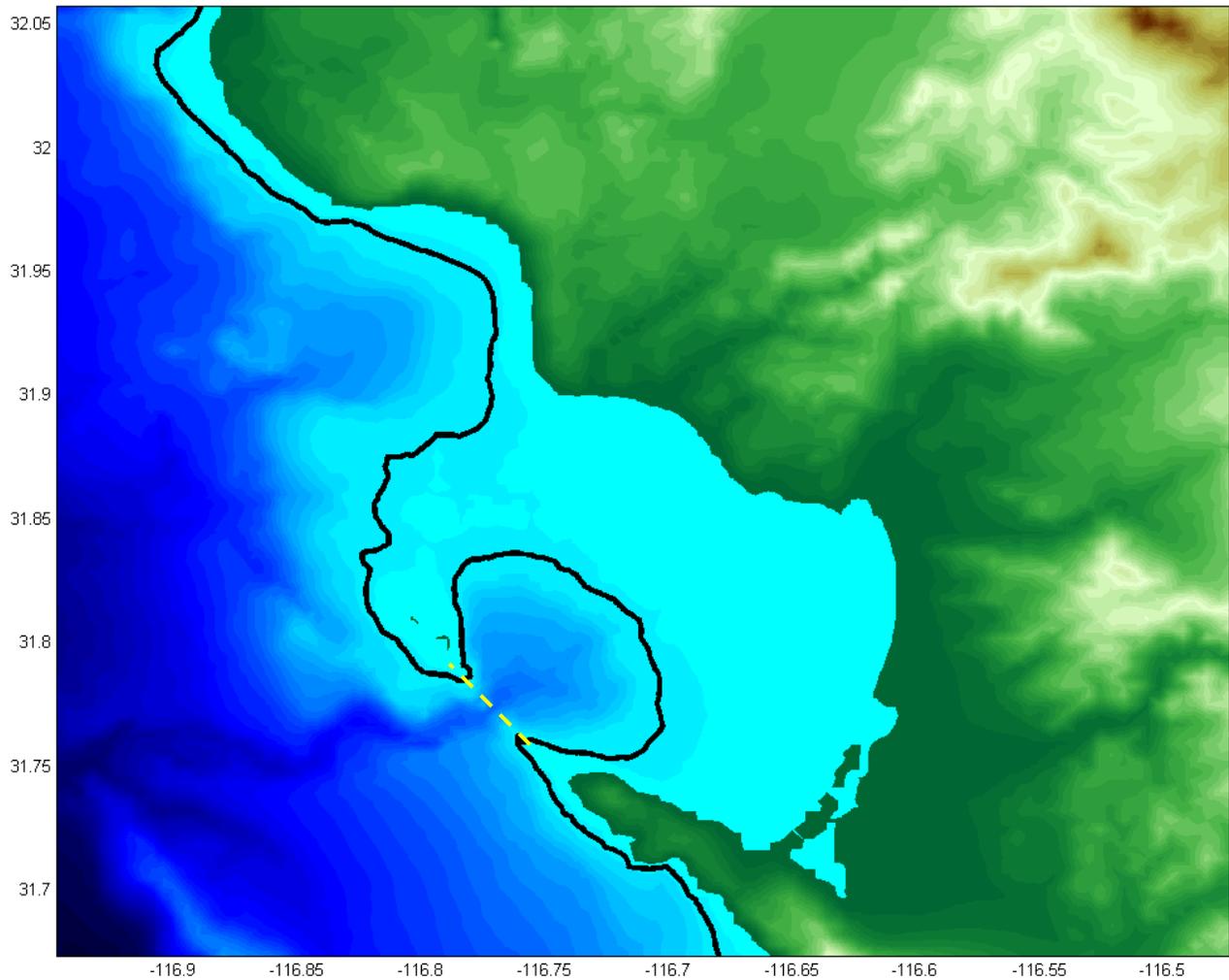


Figura 14. Delimitación de zona marina para el SAR utilizando la isobata de -50 m y el Cañón Submarino

Nota: La línea amarilla delimita la sección del cañón incluida dentro del SAR

Una vez definida la parte marina del SAR, este quedó integrado por la UGA 19 “El Sauzal-Ensenada”, la UGA 17 “Salsipuedes”, la UGA 21 “Punta Banda (estero)”, la UGA 22 “Punta Banda (dunas no urbanas)”, la UGA 23 “Punta Banda (dunas urbanas)”, la UGA 26 “Punta Banda (montañas)” en la porción terrestre; y por la Bahía Todos Santos y Bahía Salsipuedes hasta la isóbata de -50 m, las Islas Todos Santos y la sección del cañón submarino ubicada dentro de la Bahía Todos Santos. En la Figura 15 se muestra la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

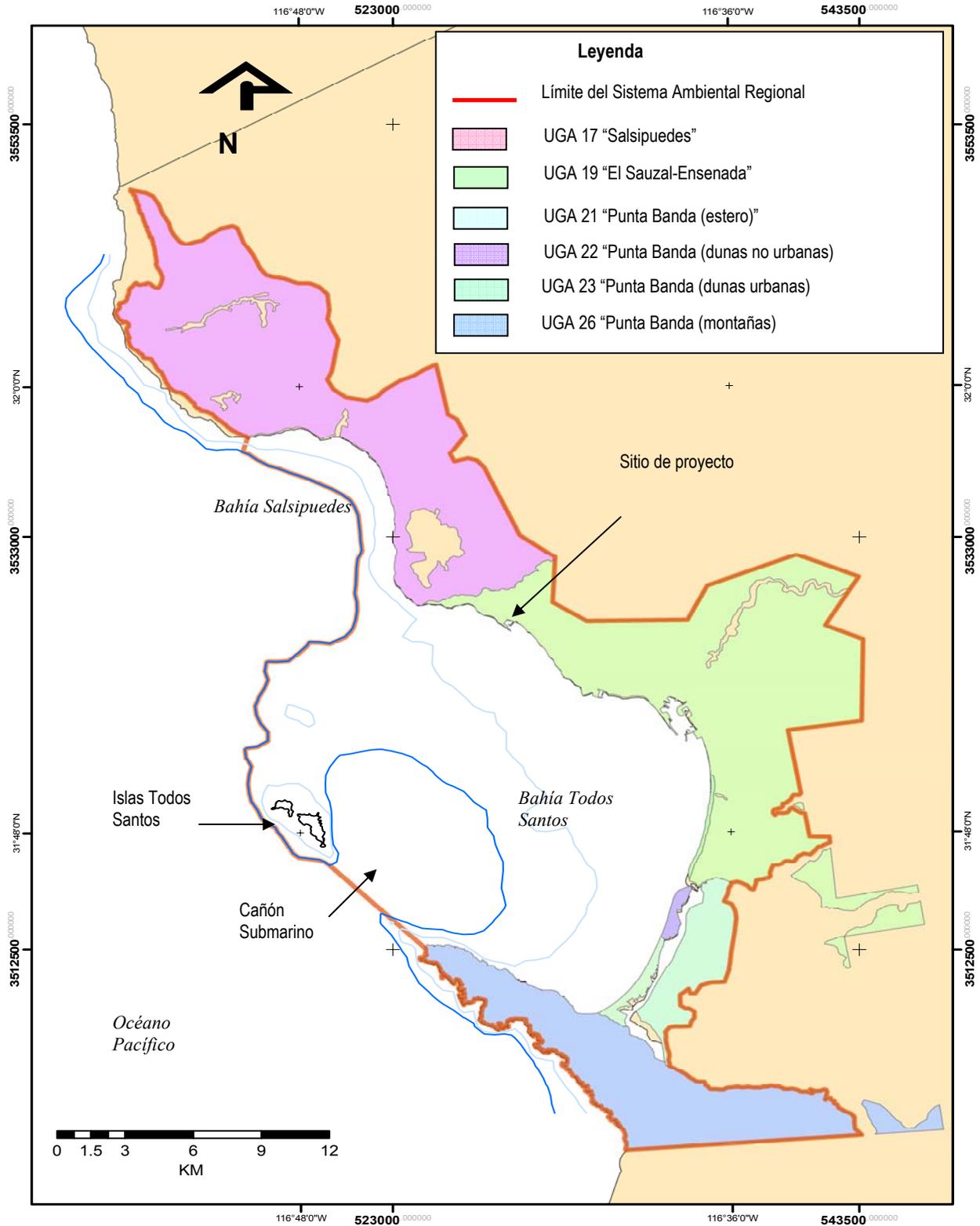


Figura 15. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)
 Fuente: Polígonos de UGA's COCOTREN tomada de Aguilar-Hernández, 2008

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

IV.2.1 Medio Físico

IV.2.1.1 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificado por García E. (1981), el tipo de clima en el SAR es seco templado mediterráneo BSk (e). La temperatura media anual oscila entre los 14 °C y los 18 °C, siendo diciembre y enero los meses más fríos, y agosto y septiembre los meses más cálidos (INEGI, 2007). La temporada de lluvias es de diciembre a marzo y captura aproximadamente el 75% de la precipitación total anual, siendo enero, febrero y marzo los meses con mayor precipitación, y junio y julio los meses con menor precipitación (IMTA, 2006). Esta región se considera de climas frescos con fuerte influencia marítima, menos extremos que los de la vertiente oriental de la península. En la Figura 16 se presenta la Carta de Efectos Climáticos Regionales Mayo-Octubre y en la Figura 17 se presenta la Carta de Efectos Climáticos Regionales Noviembre-Abril elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Para la descripción de las variables climáticas en el área del proyecto se utilizó la estación meteorológica. Ensenada (clave 2072, y corresponde a la estación climatológica No. 16) localizada en la Presa Emilio López Zamora cuyas coordenadas son: 31° 52.98' latitud Norte y 116° 36' longitud Oeste (UTM X: 537830.33 m, UTM Y 3527539.16 m) y que se encuentra aproximadamente a 24 msnm. Esta información se obtuvo del Sistema de Extracción Rápida de Información Climática (ERIC) elaborado en el 2006 por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Temperaturas

En la Tabla XX se muestra el registro de temperatura promedio mensual durante el periodo de 1923 a 2002 en la estación meteorológica Ensenada, en la cual la temperatura máxima registrada en ese período se presenta en el mes de agosto (25.8°C) y la mínima en el mes de enero (7.3°C). De acuerdo a los datos observados en la, se concluye que los meses más fríos son diciembre y enero, y los meses más cálidos son julio y agosto (IMTA, 2006).

Tabla XX. Temperatura registrada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1923	10.1	11.3	14.3	14.1	15.8	15.1	16.9	16.2	17.3	ND	ND	ND
1925	ND	ND	11.9	15.0	17.3	18.6	21.8	21.3	18.7	16.5	16.3	13.7
1926	1.9	14.3	16.5	17.7	18.6	19.6	20.6	20.5	19.1	17.2	17.0	10.8
1927	10.1	11.8	12.9	14.2	16.2	17.1	20.1	20.2	18.5	16.9	16.8	12.5
1928	12.2	12.4	14.6	15.8	16.9	16.4	17.5	18.5	16.8	14.6	12.7	11.3
1929	8.8	9.3	11.7	13.4	15.5	17.8	19.4	20.6	19.4	16.4	15.9	12.5
1930	11.3	12.2	12.9	15.6	15.0	16.7	18.6	18.6	15.7	12.9	12.6	8.8

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1931	9.2	12.0	12.4	14.7	16.7	16.6	20.5	21.1	18.5	16.6	12.0	9.5
1932	8.0	10.4	11.9	13.6	14.7	15.8	16.7	17.6	19.1	19.1	18.3	16.0
1933	15.3	15.4	16.0	16.1	ND	17.7	19.8	21.0	20.0	19.4	20.0	14.8
1934	13.2	13.1	14.3	16.2	15.5	15.1	15.4	15.4	15.6	17.8	19.8	18.8
1935	11.1	12.6	13.0	15.5	17.8	19.4	17.6	20.2	ND	19.4	15.4	12.9
1936	11.2	10.7	ND	ND	17.2	ND	18.4	19.1	17.8	15.4	14.0	10.2
1937	5.9	9.4	11.2	13.5	15.7	17.4	19.5	19.2	19.6	15.9	13.0	12.7
1938	10.9	11.8	12.7	14.8	16.6	16.8	18.3	19.6	20.0	16.6	12.7	11.3
1939	9.4	9.5	11.5	15.2	16.6	17.5	18.8	19.6	21.6	18.5	14.8	11.3
1940	9.9	9.3	9.7	13.5	14.8	15.4	16.1	17.4	15.6	12.7	10.6	10.6
1941	9.3	9.7	11.8	12.1	15.4	14.8	16.5	16.7	14.0	12.7	9.9	7.9
1942	8.5	7.1	8.8	11.6	12.9	14.4	16.4	14.6	14.6	13.8	9.7	8.5
1943	8.6	10.6	10.8	12.1	15.5	17.4	18.1	20.0	18.6	17.1	14.6	12.8
1944	10.5	10.8	13.3	14.1	ND							
1948	ND	7.1										
1949	ND	12.5	11.5	7.3								
1950	6.6	8.2	9.8	12.5	13.3	15.4	18.5	19.4	18.0	17.8	15.2	11.8
1951	9.0	10.1	13.9	15.0	15.1	17.1	19.5	18.9	17.2	17.7	13.5	10.7
1952	10.6	11.8	12.0	12.5	15.4	16.6	18.5	19.5	19.2	16.7	15.1	12.7
1953	12.9	13.6	14.5	15.4	17.0	17.4	20.8	20.5	17.4	17.3	13.9	11.1
1954	8.6	10.1	10.6	13.1	14.1	15.8	19.4	18.7	17.5	14.4	13.9	11.3
1955	10.6	10.4	12.0	13.0	13.6	15.3	17.6	19.8	18.9	14.8	13.4	11.1
1956	9.7	10.0	18.0	17.6	21.4	20.9	23.5	23.8	24.7	21.4	21.7	ND
1957	16.1	17.8	18.1	18.2	18.1	21.7	19.9	20.5	18.1	17.4	13.3	13.6
1958	11.1	12.9	13.7	16.5	17.1	17.9	18.7	20.3	19.5	20.5	15.6	12.0
1959	12.1	12.1	16.1	16.8	16.5	17.8	21.1	20.9	20.0	17.9	16.5	13.8
1960	11.0	13.3	14.4	15.5	16.7	17.3	19.5	19.5	20.3	18.6	14.4	12.8
1961	14.0	14.1	14.2	16.6	15.1	16.8	19.2	20.3	19.0	17.9	14.9	11.0
1962	11.9	11.2	12.6	15.0	15.1	16.1	18.6	18.9	17.9	16.3	14.2	11.0
1963	10.7	14.3	12.5	14.5	16.3	17.2	18.5	20.0	21.2	19.7	16.1	15.1
1964	11.4	13.8	14.4	15.8	16.0	ND	17.6	19.4	18.0	18.3	15.1	13.3
1965	13.4	11.8	13.9	15.7	15.8	15.9	17.2	19.4	17.2	18.4	15.0	11.9
1966	10.0	10.6	13.4	15.4	16.6	17.5	19.0	20.4	18.7	16.6	14.7	11.4
1967	10.7	12.4	14.8	13.6	15.3	15.7	19.2	20.2	20.2	16.7	15.3	10.5
1968	10.0	12.6	14.0	16.6	15.6	16.4	19.3	19.6	18.6	15.0	14.0	9.2
1969	12.1	10.9	12.8	16.6	15.5	16.9	18.9	19.6	18.5	13.8	15.7	11.3
1970	9.7	12.8	13.6	14.6	15.4	16.0	18.4	20.5	17.7	16.5	14.3	10.8
1971	9.7	11.0	12.5	14.3	14.6	16.5	19.4	22.9	19.6	15.2	12.2	9.3
1972	7.3	9.7	11.8	14.5	14.4	16.4	18.9	19.5	17.8	15.6	13.1	10.0
1973	8.2	11.4	11.0	14.3	13.8	16.1	16.8	17.4	15.6	13.8	11.7	8.8
1974	8.0	8.2	10.3	12.6	14.4	16.5	19.2	17.7	17.5	15.0	12.9	8.9
1975	8.6	8.9	9.8	11.4	13.3	14.9	17.3	17.1	17.8	14.4	12.3	8.5
1976	10.5	11.5	12.7	13.9	14.6	18.0	16.7	16.8	17.6	14.5	14.2	10.3
1977	9.3	9.8	10.3	12.9	13.2	14.5	17.9	20.1	18.5	16.4	14.9	13.8

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1978	12.1	12.2	15.4	15.3	15.7	17.7	17.8	18.2	19.0	17.1	11.8	8.1
1979	10.3	9.8	12.7	13.5	15.9	17.2	17.7	19.1	19.8	14.5	9.9	10.0
1980	11.8	11.6	11.4	14.0	14.8	16.0	19.4	21.0	17.7	15.0	11.9	9.5
1981	10.6	10.8	11.4	14.8	15.8	18.3	20.3	20.0	17.9	13.8	11.7	9.5
1982	9.1	10.3	10.7	13.2	14.7	15.4	17.0	18.5	18.6	14.5	12.5	9.3
1983	10.3	11.1	12.0	12.3	14.0	16.0	17.4	20.5	20.4	17.0	11.9	10.2
1984	11.1	10.7	10.7	12.5	14.0	15.7	19.9	20.5	20.8	16.4	12.1	10.5
1985	10.5	10.4	10.9	14.6	14.1	15.6	19.8	19.1	16.8	15.6	11.5	9.2
1986	12.5	10.4	11.9	11.6	12.2	16.0	16.9	19.2	15.0	13.3	12.6	10.6
1987	10.5	9.9	10.8	12.2	14.8	15.7	15.8	18.6	17.8	18.4	15.5	10.3
1988	10.1	11.9	13.0	15.2	17.2	15.1	16.6	20.0	18.1	16.8	12.4	11.0
1989	10.2	11.3	12.0	15.5	14.4	16.5	18.5	19.4	17.5	16.0	15.3	13.7
1990	11.9	10.3	11.9	14.5	15.3	17.5	19.7	19.5	18.8	17.6	14.9	12.1
1991	9.9	10.7	10.2	12.1	13.2	15.0	17.5	18.2	18.3	16.5	11.8	10.4
1992	11.9	11.7	12.6	15.1	17.2	17.8	19.0	21.1	18.7	16.2	13.6	10.3
1993	12.4	11.2	12.7	14.6	16.3	17.2	20.0	19.1	17.6	15.7	12.7	9.5
1994	9.6	10.3	13.6	13.7	14.7	17.5	18.9	21.0	19.2	15.9	10.3	9.9
1995	10.9	12.4	11.8	11.1	13.5	ND						
2000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	17.5	19.0	17.7	15.0	8.4	9.3
2001	8.2	8.6	11.1	10.7	15.0	16.5	18.0	17.8	16.9	13.9	11.7	8.2
2002	8.8	7.5	9.4	12.2	13.3	15.2	17.3	17.0	17.1	14.2	12.2	7.9

Fuente: IMTA, 2006. Datos de temperatura en °C (a las 8 hrs). ND=No Determinado.

Tabla XXI. Temperaturas promedio, máximas y mínimas. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura Promedio												
Días	2108	1920	2107	2040	2076	1944	2107	2108	2010	2108	2036	2107
Años	68	68	68	68	67	65	68	68	67	68	68	68
Temperatura Promedio	10.5	11.2	12.6	14.3	15.4	16.7	18.5	19.3	18.3	16.2	13.8	11.0
Desviación Estándar	3.3	3.1	2.9	2.7	2.3	2.1	2.2	2.2	2.7	3.2	3.7	3.4
Temperatura Máxima												
Días	2108	1920	2106	2038	2077	1943	2107	2108	2010	2108	2037	2107
Años	68	68	68	68	67	65	68	68	67	68	68	68
Temperatura Máxima día anterior	19.0	19.4	19.8	20.7	21.7	22.8	24.8	25.8	25.5	24.0	22.3	19.7
Desviación estándar	3.7	3.7	3.4	3.2	3.1	2.8	2.6	2.5	3.4	3.7	4.0	3.4
Temperatura Mínima												
Días	2108	1920	2108	2040	2076	1944	2107	2108	2010	2108	2036	2108
Años	68	68	68	68	67	65	68	68	67	68	68	68
Temperatura Mínima	7.3	7.9	9.0	10.5	12.5	14.2	16.3	17.3	15.8	13.0	9.8	7.6
Desviación Estándar	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.2	2.3	2.3	2.6	2.8	3.0	2.8

Fuente: IMTA, 2006. Datos de temperatura en °C (a las 8 hrs).

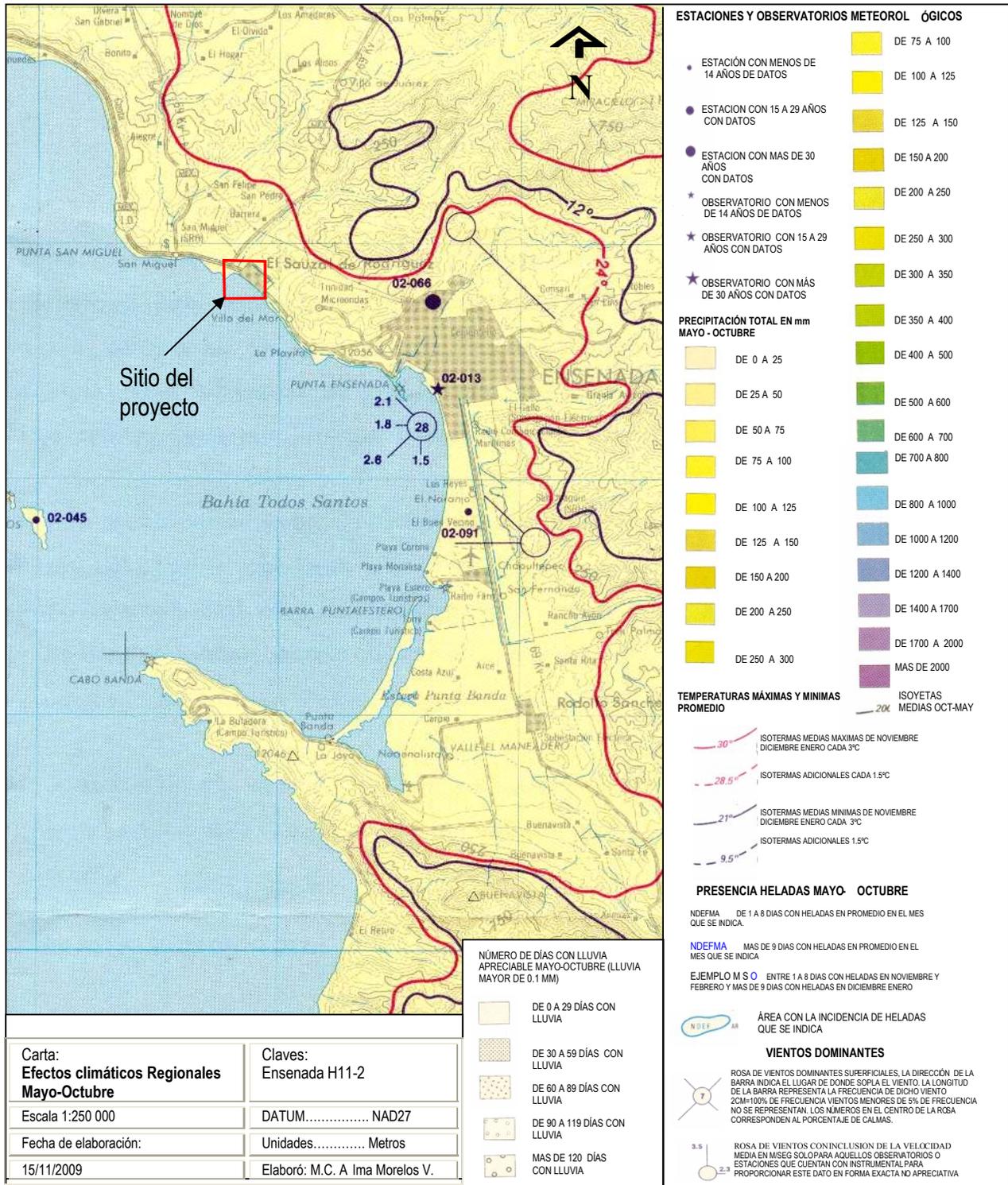


Figura 16. Carta de Efectos Regionales Climáticos mayo-octubre, Ensenada H11-2

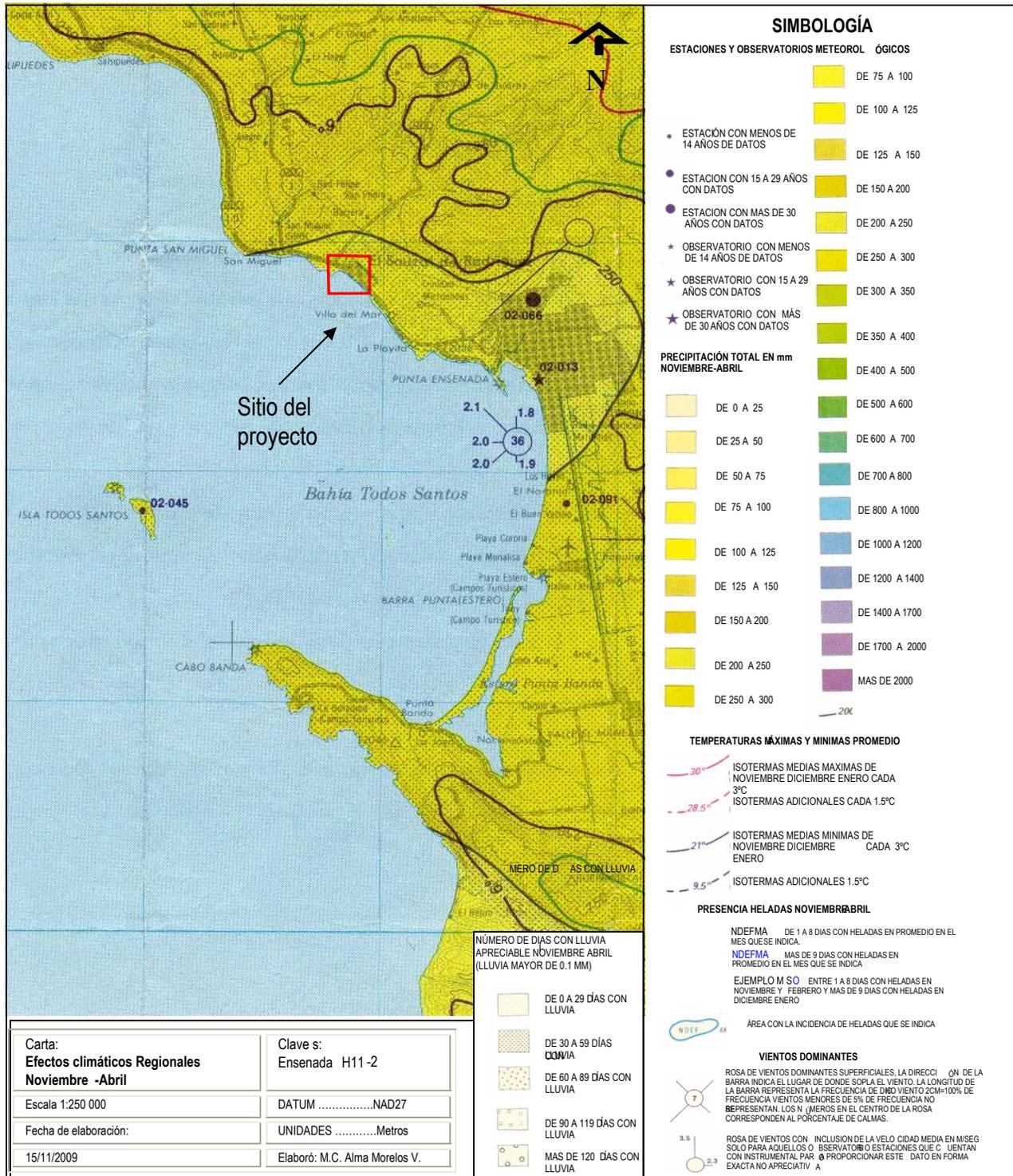


Figura 17. Carta de Efectos Regionales Climáticos noviembre-abril, Ensenada H11-2

Precipitación

En el SAR se presenta un régimen de lluvias de invierno con una precipitación promedio total anual de 266.5 mm. La temporada de lluvias es de diciembre a marzo y se captura aproximadamente el 75% de la precipitación total anual (Gobierno del Estado de Baja California, 2007).

En la Tabla XXII se presenta el registro de la precipitación acumulada en el período 1923 a 2002 en la estación meteorológica Ensenada. Los datos obtenidos indican que los meses con mayor precipitación son enero, febrero y marzo, y los meses con menor precipitación son junio y julio (Tabla XXIII, IMTA, 2006).

Tabla XXII. Precipitación registrada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1923	39.5	44.0	35.0	32.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	ND	ND	ND
1925	ND	ND	ND	86.6	2.0	7.3	0.1	0.0	0.0	71.0	22.0	107.0
1926	101.5	127.0	1.7	110.8	0.0	26.0	0.0	0.0	0.0	12.2	7.0	112.0
1927	8.0	130.0	68.5	39.5	8.0	0.0	2.0	0.0	0.0	33.0	0.0	68.6
1928	10.0	22.0	22.0	5.5	8.5	6.0	2.0	0.0	0.0	10.5	19.5	56.0
1929	44.5	32.5	51.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
1930	87.8	14.0	66.5	7.0	71.5	0.0	2.0	0.0	0.0	9.0	57.5	4.0
1931	32.0	90.0	9.0	33.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.5	4.5	55.9	65.5
1932	19.2	116.1	7.5	12.5	0.0	7.9	5.5	0.0	0.0	7.0	0.0	7.8
1933	133.0	0.0	0.0	1.6	ND	4.0	7.0	0.0	0.0	0.0	15.0	20.0
1934	40.0	78.0	2.0	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	9.0	36.0	53.4
1935	102.0	91.0	66.5	49.0	0.0	0.0	0.0	1.5	ND	0.0	4.0	14.0
1936	4.0	70.5	ND	ND	0.0	ND	0.0	0.0	0.0	14.7	2.0	144.0
1937	125.0	76.0	100.0	16.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5
1938	36.5	66.0	55.5	6.5	7.0	0.0	1.0	4.0	0.0	4.0	1.0	49.6
1939	63.5	21.3	31.5	4.5	1.5	0.0	0.0	1.0	49.2	12.0	43.0	12.5
1940	56.5	47.0	1.0	11.5	0.0	0.0	0.5	1.0	2.5	27.5	22.0	118.5
1941	46.5	76.0	109.0	75.5	0.0	1.0	1.0	2.0	0.0	45.5	15.0	53.5
1942	17.0	68.0	19.9	34.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	3.0	6.0
1943	33.7	14.8	4.5	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	8.0	0.0	107.0
1944	27.5	153.1	25.5	29.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1948	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	55.2
1949	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.9	0.0	55.5
1950	32.8	14.1	36.0	7.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	16.3	2.7
1951	39.4	24.2	10.9	67.8	1.5	0.0	0.5	0.0	0.4	22.5	41.1	106.4
1952	74.2	10.4	131.3	42.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	80.2	77.5
1953	1.0	15.7	2.0	28.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	1.2
1954	87.0	35.9	117.5	1.0	0.2	0.1	3.0	5.5	0.0	0.0	14.3	11.0
1955	84.5	8.5	3.5	25.2	12.3	0.2	0.0	7.5	0.0	0.0	13.5	12.0
1956	27.3	6.9	0.0	23.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	ND

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1957	166.4	14.2	27.6	14.0	9.0	6.0	0.0	0.5	0.0	47.8	9.0	22.0
1958	13.1	59.5	111.7	60.5	3.5	0.0	11.0	0.5	1.5	0.0	15.2	2.8
1959	9.5	103.7	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	3.8	1.0	35.3
1960	80.5	33.5	3.9	8.8	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	38.0	13.2
1961	41.0	2.0	44.7	0.0	9.0	0.0	0.0	11.5	0.0	1.8	4.0	51.8
1962	72.2	54.4	42.8	0.0	5.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2
1963	43.9	45.8	32.9	13.7	0.0	1.5	0.0	0.0	26.5	9.2	37.7	12.8
1964	25.4	13.4	58.6	11.5	0.0	ND	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	23.5
1965	13.4	38.8	34.3	106.9	0.0	0.0	4.1	0.0	5.0	0.0	119.6	123.3
1966	45.8	45.6	9.9	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1	0.0	26.0	62.5
1967	18.7	0.0	19.4	62.0	3.6	2.0	0.0	2.5	1.9	0.0	62.7	50.7
1968	3.6	12.3	16.2	18.5	0.9	0.1	5.3	0.0	0.3	2.5	10.7	22.5
1969	108.2	100.7	33.0	3.9	8.5	0.6	0.0	4.3	0.4	0.0	18.8	9.3
1970	5.5	40.5	52.7	5.9	0.0	1.4	0.0	0.3	0.0	1.5	27.6	44.8
1971	5.4	23.5	5.5	9.9	20.0	0.0	0.0	7.7	4.1	11.6	6.5	54.0
1972	0.0	2.0	0.0	2.1	3.5	11.0	0.0	0.0	7.2	41.1	46.0	30.7
1973	53.2	63.0	118.3	7.7	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8	3.1
1974	61.1	2.1	41.3	4.6	1.5	0.0	2.4	0.0	6.1	44.8	2.7	39.6
1975	14.2	14.6	74.3	78.6	0.3	2.5	0.2	0.0	1.2	1.1	17.1	10.3
1976	0.5	170.6	21.4	34.8	9.2	0.0	0.3	0.3	52.5	3.3	78.0	42.5
1977	56.8	5.9	24.7	1.8	13.7	1.2	0.0	27.3	0.0	10.9	0.7	85.1
1978	159.6	148.1	165.9	40.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	4.8	71.2	86.1
1979	118.0	40.6	126.3	1.0	9.3	0.0	1.3	0.5	0.0	3.5	10.1	4.8
1980	186.3	184.1	60.2	29.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	14.0
1981	28.0	40.5	104.7	14.9	0.2	0.0	0.1	0.0	2.0	5.0	68.5	20.0
1982	54.8	31.6	82.7	5.5	0.3	0.4	0.0	1.5	5.0	4.0	84.5	46.4
1983	47.8	104.1	202.6	61.8	0.0	0.0	0.0	2.6	42.7	36.0	69.0	22.1
1984	10.5	0.0	1.0	13.2	0.0	0.0	0.5	18.9	3.5	11.0	23.1	126.7
1985	20.0	42.5	21.5	3.1	0.0	1.0	1.3	0.0	8.8	29.9	71.4	16.5
1986	19.1	50.2	79.1	3.2	0.0	0.0	3.5	1.0	22.5	6.0	9.0	24.2
1987	48.4	55.2	45.1	24.6	0.6	0.0	1.3	0.0	1.1	104.5	83.6	69.7
1988	40.4	2.0	24.0	78.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	22.8	34.5
1989	28.8	11.0	34.2	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0	2.9	6.5	0.0	13.9
1990	79.4	30.3	16.8	16.2	9.5	1.1	0.0	2.0	0.0	0.0	23.1	29.0
1991	34.6	99.5	104.0	0.0	0.7	0.0	2.6	0.0	5.0	21.5	7.0	48.3
1992	54.3	80.7	135.8	10.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.5	0.5	102.3
1993	217.5	78.0	34.7	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	3.2	22.6	15.0
1994	23.2	100.6	49.3	27.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	8.1	28.9
1995	135.5	36.6	124.6	26.7	7.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0	2.3	3.7	22.3	4.5	0.7
2001	97.8	79.9	30.6	30.9	1.9	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	13.7	25.5
2002	5.2	1.8	26.8	16.4	0.0	0.2	0.0	0.2	5.9	0.0	40.6	28.0

Fuente: IMTA, 2006. Datos de precipitación 24 hrs en mm (De 8 am a 8 am). ND=No Determinado.

Tabla XXIII. Estadística histórica de precipitación acumulada. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	2108	1917	2076	2035	2077	1943	2106	2108	2009	2108	2037	2107
Años	68	68	67	68	67	65	68	68	67	68	68	68
Precipitación Promedio	53.3	51.7	48.1	24.3	4.3	1.4	0.9	1.6	4.2	12.1	24.8	42.2
Desviación Estándar	47.7	44.9	45.9	26.8	9.4	3.8	1.9	4.4	10.7	18.9	27.2	36.6

Fuente: IMTA, 2006. Datos de precipitación 24 hrs en mm (De 8 am a 8 am)

Evapotranspiración

En la Tabla XXIV se presenta la estadística histórica de la evaporación promedio obtenido en el período 1923 a 2002 en la estación meteorológica Ensenada. Los datos obtenidos indican que los meses con mayor evaporación son julio y agosto con 162.8 y 159.7 mm respectivamente; y los meses con menor evaporación son diciembre y enero con 64.6 y 69.0 mm respectivamente.

Tabla XXIV. Estadística histórica de la evaporación promedio. Estación meteorológica Ensenada (1923-2002)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	1452	1293	1481	1427	1483	1372	1476	1483	1408	1516	1455	1453
Años	47	46	48	48	48	46	48	48	47	49	49	47
Evapotranspiración promedio	69.0	75.3	100.4	120.5	140.8	149.5	162.8	159.7	135.4	112.6	82.5	64.6
Desviación Estándar	17.7	17.4	18.4	19.5	22.6	18.9	25.7	22.7	22.3	21.9	20.1	19.3

Fuente: IMTA, 2006. Datos de evaporación 24 hrs en mm. (De 8 am a 8 am)

Vientos dominantes

Los vientos dominantes en el SAR provienen del Noroeste y Sureste, en la mayor parte del año; con ligeras variaciones estacionarias en verano de Oeste a Este, y algunos vientos ocasionales del Este como la "Condición Santana" (cálidos y secos) principalmente durante el otoño.

Tormentas eléctricas

En la estación meteorológica Ensenada los registros de días con tormentas eléctricas en el período 1960 a 1995 indican que, en el mes de agosto se presenta el mayor porcentaje de días con tormentas eléctricas (ver Tabla XXV). La estadística histórica del porcentaje de días con tormentas eléctricas indica que en el mes de mayo no se presentan tormentas eléctricas (ver Tabla XXVI).

Tabla XXV. Porcentaje de días con tormentas eléctricas. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)

Año	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1963	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	3.2	0	0	ND	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	3.6	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	3.2
1975	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	3.3	0
1982	0	0	3.2	0	0	0	0	0	6.7	0	0	0
1983	0	0	3.2	6.7	0	0	0	9.7	3.3	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0	6.5	0	3.3	3.2	0	3.2
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	6.5	3.2	0	0	0	3.2
1990	3.2	0	0	0	0	3.3	0	6.5	3.3	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	ND						
1990	3.2	0	0	0	0	3.3	0	6.5	3.3	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	ND						

Fuente: IMTA, 2006. ND=No Determinado.

Tabla XXVI. Histórico del porcentaje de días con tormentas eléctricas. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	2046	1864	2046	1980	2015	1884	2014	2015	1920	2015	1947	2015
Años	66	66	66	66	65	63	65	65	64	65	65	65
T.E.Prom.	0.3	0.4	0.3	0.4	0.0	0.1	0.4	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2
Desviación Estándar	1.1	1.9	1.0	1.7	0.0	0.6	1.6	1.9	1.3	0.9	1.3	0.9

Fuente: IMTA, 2006. T.E. Prom.=Tormenta Eléctrica promedio

Granizo

En la estación meteorológica Ensenada los registros de días con granizo en el periodo 1960 a 1995 indican que, en el mes de febrero y marzo se presenta el mayor porcentaje de días con granizo, mientras que en los meses de mayo, junio, julio y agosto no se registran días con granizo (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Porcentaje de días con granizo registrados. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	3.2	0	0	ND	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	3.6	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0
1976	0	0	3.2	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2

Fuente: IMTA, 2006. ND=No Determinado.

Niebla

En la estación meteorológica Ensenada los registros de días con niebla en el periodo 1960 a 1995 indican que, en el mes de julio y octubre se presenta el mayor porcentaje de días con niebla, mientras que en los meses de diciembre y enero se presenta el menor porcentaje de días con niebla (Tabla XXVIII).

Tabla XXVIII. Porcentaje de días con niebla. Estación meteorológica Ensenada (1960-1995)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1960	0	0	0	0	0	0	22.6	9.7	16.7	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	12.9	3.2	10	3.2	0	9.7
1962	0	3.6	0	3.3	0	0	0	0	3.3	67.7	3.3	0
1963	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	3.3	0	ND	19.4	0	0	22.6	0	6.5
1965	0	0	0	0	0	0	0	9.7	3.3	12.9	6.7	0
1966	9.7	3.6	6.5	0	6.5	0	0	0	0	3.2	0	6.5
1967	6.5	0	0	0	0	6.7	0	6.5	0	3.2	10	0
1968	0	10.3	0	0	3.2	6.7	3.2	0	0	3.2	3.3	0
1969	3.2	0	6.5	0	0	3.3	3.2	0	13.3	0	0	0
1970	3.2	7.1	0	0	3.2	0	3.2	9.7	0	0	10	3.2
1971	6.5	3.6	0	0	0	0	0	0	0	12.9	3.3	0
1972	16.1	0	9.7	3.3	0	0	3.2	0	6.7	3.2	0	0
1973	0	0	0	3.3	0	10	6.5	9.7	6.7	6.5	0	0
1974	9.7	0	0	13.3	3.2	3.3	0	9.7	6.7	6.5	0	0
1975	0	7.1	0	0	3.2	0	0	6.5	3.3	0	3.3	9.7
1976	0	3.4	3.2	0	0	0	3.2	6.5	0	3.2	0	0
1977	0	17.9	0	3.3	0	10	12.9	0	0	38.7	6.7	9.7
1978	0	0	0	0	0	3.3	9.7	3.2	0	3.2	0	0
1979	0	7.1	6.5	3.3	0	13.3	9.7	3.2	23.3	0	0	0
1980	0	0	0	0	9.7	30	0	41.9	0	0	20	25.8
1981	0	3.6	3.2	20	0	30	51.6	3.2	0	0	23.3	3.2
1982	0	0	0	0	12.9	3.3	0	35.5	0	0	0	3.2
1983	0	0	0	0	35.5	0	0	0	0	0	0	0
1984	0	3.4	0	0	51.6	0	0	0	6.7	0	0	0
1985	0	14.3	0	0	0	10	0	0	3.3	0	0	12.9
1986	16.1	7.1	9.7	0	0	0	0	0	0	6.5	0	3.2
1987	0	0	0	0	0	26.7	0	0	0	35.5	0	3.2
1988	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	0
1989	0	0	12.9	23.3	0	0	32.3	0	0	6.5	0	0
1990	0	0	0	30	0	26.7	61.3	67.7	43.3	29	0	0
1991	0	14.3	0	6.7	6.5	0	16.1	3.2	16.7	0	0	0
1992	0	6.9	0	3.3	0	0	3.2	0	3.3	45.2	0	3.2
1993	22.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	6.5	0	58.1	66.7	61.3	35.5	40	12.9	0	0
1995	0	10.7	16.1	6.7	22.6	ND						

Fuente: IMTA, 2006. ND=No Determinado.

Ciclones tropicales

Se denomina ciclones tropicales al conjunto de depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes en cualquiera de sus 5 categorías. Los ciclones tropicales empiezan como depresión tropical y conforme aumentan su intensidad pueden pasar a tormenta tropical y posteriormente a huracán. En la Tabla XXIX se presenta el listado de ciclones tropicales que su trayectoria se encuentra cerca aproximadamente 100 millas del SAR. En la Figura 18 se presenta un mapa de los ciclones tropicales cuya trayectoria es cercana al SAR. Tanto el listado de ciclones tropicales como la figura fueron generados con el programa Eye of Storm 3000 Versión 1.0 desarrollado por la compañía Star Zone Software Systems, Inc (2005).

Tabla XXIX. Trayectorias de ciclones tropicales cercanas al SAR (1951-1977)

No	Mes	Año	Nombre del Fenómeno
1	Agosto	1951	Storm # 6
2	Septiembre	1959	Storm # 9
3	Septiembre	1963	Jen-Kath
4	Septiembre	1965	Emily
5	Septiembre	1972	Hyacinth
6	Septiembre	1976	Kathleen
7	Septiembre	1977	Doreen

Fuente: Star Zone Software Systems, Inc (2005)

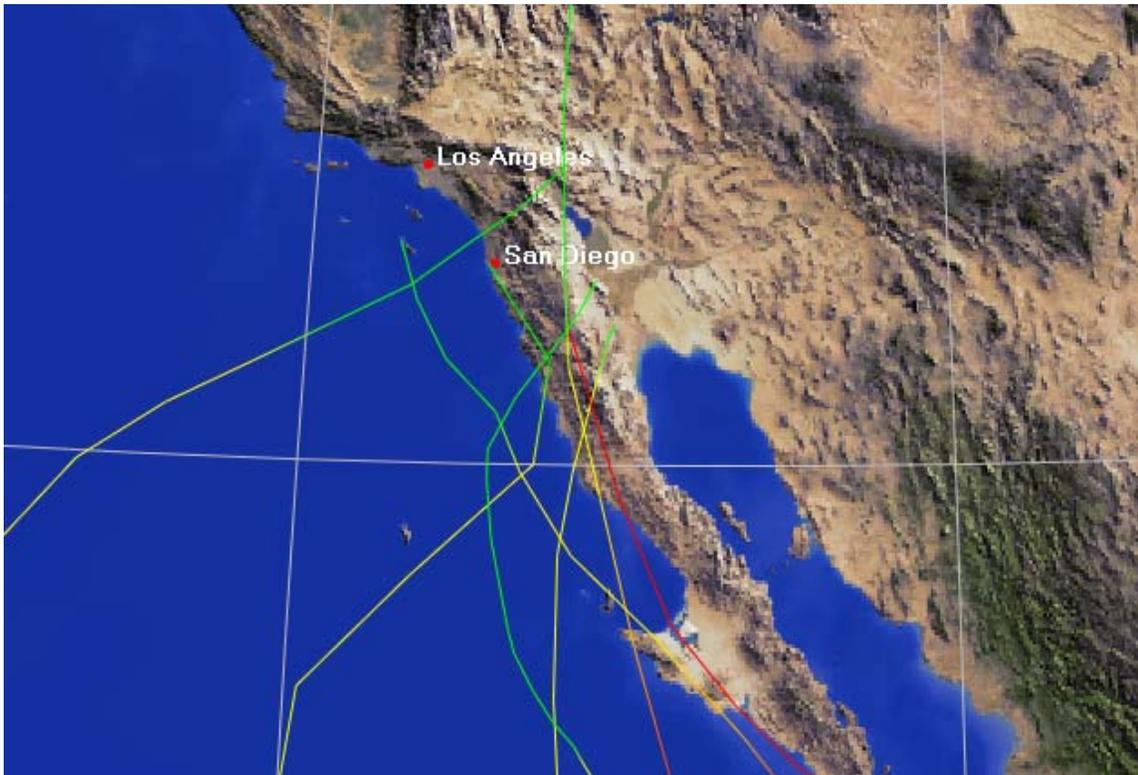


Figura 18. Ciclones tropicales registrados en el periodo 1950-2007 con trayectorias cercanas al sitio del proyecto

Incendios forestales

Los incendios forestales en el SAR son comunes dentro de los ecosistemas que presentan vegetación de chaparral y matorral costero. El clima mediterráneo prevaleciente en la zona, con lluvias en invierno y un verano prolongado y seco; fomenta un rápido crecimiento de la biomasa en primavera y una desecación durante el verano. Un ambiente con baja humedad causa el estancamiento de nutrientes, bajas tasas de descomposición y acumulación de biomasa muerta; lo que se traduce en pendientes cubiertas de arbustos secos que se vuelven flamables después de varias décadas de crecimiento (Freedman, 1984). Dadas estas condiciones, una vez que existe una fuente de ignición, sea esta natural (como relámpagos) o inducida por la actividad humana, el fuego se esparce rápidamente acabando con la cobertura vegetal y poniendo en riesgo la infraestructura que se encuentre cercana.

En Baja California el promedio de rotación de incendios es de aproximadamente 70 años. Según la CONAFOR (2008), el estado de Baja California es considerado un estado con una ocurrencia de incendios media. Entre el 1 de enero y el 18 de septiembre de 2008 se reportaron 170 incendios, los cuales afectaron 1,031.10 Ha de pastizal, 42 Ha de arbolado adulto y 3,174.25 Ha de matorrales, sumando en total 4, 274.35 Ha afectadas.

IV.2.1.2 Geología

Debido a que las características geológicas de una zona no pueden ser explicadas solamente de manera local, para un correcto entendimiento de la geología del SAR, es necesario presentar el contexto geológico regional. Por lo anterior, la información de este apartado incluye, previo a la información geológica del SAR, información del contexto geológico regional.

Características litológicas

De acuerdo con Moore (1969), en la región interna del Borde Continental existen dos unidades lito-orogénicas a las cuales se les denomina como unidades pre-orogenia y post-orogenia. Por otro lado, Kennedy *et al.* (1985) definen dos unidades sedimentarias del cuaternario que sobreyacen al basamento cristalino de edad pre-terciario y terciario propiamente.

Tomando como referencia los trabajos de Legg (1985 y 1991) y Legg *et al.*, (1991) se identifican dos basamentos de acuerdo a las propiedades acústicas de las rocas que los integran. Estos dos tipos de basamento son: 1) el constituido por rocas volcánicas o metamórficas y 2) el formado por material sedimentario. El primero de ellos muestra fuertes reflexiones, con superficie irregular y caótica; o bien, reflexiones sin estratificación interna, dando una apariencia de ausencia de capas y/o estratos. En contraste, el basamento acústico de carácter sedimentario presenta algunas evidencias de estratificación, o la conformación de capas o estratos por debajo de una fuerte superficie irregular, la

cual es discordante con el material que lo sobreyace. No obstante que desde el punto de vista sísmico se identifican estos dos basamentos, la carencia de muestras litológicas imposibilita mayor especificidad en la determinación del tipo de roca que constituye y forma al basamento en la región Norte del estado de Baja California.

Considerando la división litológica de Baja California hecha por Gastil *et al.* (1975), hay tres grandes categorías de rocas: 1) Pre-batolíticas 2) Rocas del batolito peninsular y 3) Rocas post- batolíticas. Las rocas del batolito peninsular, hasta donde se sabe, no afloran dentro de la región del Borde Continental de Baja California y California, quizás únicamente lo hagan formando parte de algunos conglomerados. Las rocas pre-batolíticas encontradas en la vecindad incluyen rocas sedimentarias y volcano-clásticas del Jurásico tardío y del Cretácico temprano pertenecientes a la Formación Alisitos, tal es el caso de los afloramientos en la zona de Punta Banda e islas de Todos Santos. Fuera de la costa se encuentran las rocas Mesozoicas del tipo de Esquistos Catalina y Franciscan. Rocas post- batolíticas del Cretácico Tardío y Terciario Temprano son comunes a lo largo de la costa; estas mismas rocas se han hallado fuera de la costa en la región de Point Loma, California, EE UU; en la planicie de Coronado B.C. y en la plataforma de Santo Tomás al Sur de la Bahía de Ensenada.

El Cenozoico medio se caracteriza por una intensa actividad volcánica, como es el caso del material litológico del Mioceno medio que se agrupa dentro de la Formación Rosarito Beach (Minch, 1970), y que se ha encontrado desde las latitudes de Tijuana y a lo largo del Borde Continental; asimismo, se reporta la presencia de material volcánico del Plioceno Temprano (Doyle y Gorsline, 1977) y basaltos del Cuaternario en la región San Quintín y Punta Colonet. Rocas sedimentarias del Mioceno se encuentran ampliamente distribuidas en la región del borde continental; sin embargo, afloran en pocos lugares. Una de las unidades litológicas de esta edad y mejor reconocida en el área, es la conocida como Brecha de San Onofre, cuya localidad tipo se encuentra en Oceanside, California, EEUU; y que también aflora al Sur de la ciudad de Tijuana y en las Islas Coronado (Minch, 1970; Lamb, 1978).

Por lo que se refiere a la presencia de rocas y/o material sedimentario, Legg (1985) las agrupa en tres unidades tomando como característica de identificación la naturaleza de los reflectores sísmicos; es decir, establece una estratigrafía sísmica integrada por tres unidades: 1) Sedimentos de plataforma, 2) Sedimentos de pendiente y, 3) Sedimentos de cuenca. El autor referido identifica a los diferentes tipos de sedimentos, por su respuesta acústica en diversos perfiles de reflexión sísmica y distingue dos grupos de sedimentos depositados en las diversas plataformas en el área.

Un grupo o paquete de sedimentos lo constituyen aquellos que descansan en forma paralela al fondo, localizados cerca de la costa sobre un basamento acústico formado por rocas que forman crestas y que actúan como bordos o presas en donde el sedimento queda atrapado por atrás de la cresta. Tal parece

que estos sedimentos cambian lateralmente al segundo tipo identificado sobre las plataformas; estos tienen la característica de ser progradantes y presentan unidades con estratificación cruzada en dirección sub-paralela a la actual línea de costa y a las crestas localizadas fuera de la costa. Los depósitos progradantes se encuentran sobre algunos bajos submarinos rodeados de pendientes muy suaves. Estos sedimentos normalmente cambian a facies de pendientes; tal es el caso de los sedimentos encontrados en la zona de Bahía Descanso, afuera de Punta San Miguel y en Bahía Soledad.

Los depósitos sedimentarios de talud o pendiente muestran, como rasgo sobresaliente, una estratificación discontinua. De acuerdo con Legg (1985), esta característica se ve como reflectores caóticos y crenulados, lo que puede ser indicativo de deslizamiento, "creep" o de cualquier otro movimiento del paquete sedimentario depositado en una pendiente y susceptible de deslizarse. De acuerdo con el mismo autor, los sedimentos depositados en pendientes que presentan una transparencia acústica, equivalen o son una evidencia de que estos son de carácter hemipelágico; en tanto que aquellos que presentan una buena estratificación con reflectores continuos y paralelos internamente, son considerados como depósitos de turbiditas que se generan en los cañones y pendientes.

Los sedimentos más estudiados son los depositados en las diversas cuencas del Borde Continental. Moore (1969) clasifica a la mayoría de los sedimentos de cuenca como del tipo de turbiditas. El mismo autor observó que los sedimentos post-orogénicos localizados en la región externa del Borde Continental forman una capa muy delgada de lodos hemipelágicos, funcionando como un aislamiento para que las corrientes de turbidez alcancen a las cuencas localizadas en la parte externa del borde. Por otro lado, las cuencas localizadas en la parte interna del mismo Borde Continental tienen una cubierta relativamente gruesa de turbiditas post-orogénicas.

En Baja California afloran rocas que varían en edad del Paleozoico tardío al Holoceno, divididas en tres grandes categorías: 1) Pre-batolíticas 2) Rocas del batolito peninsular y 3) Rocas post- Batolito. Las rocas del batolito peninsular, hasta donde se sabe, no afloran dentro de la región del Borde Continental de Baja California y California, o quizás lo hagan únicamente formando parte de algunos conglomerados; mientras que la porción occidental de dichos estados se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias interestratificadas.

Las rocas prebatolíticas presentan una disposición en cuatro franjas a lo largo del estado, con características petrográficas, estructurales y estratigráficas claramente diferenciables; las cuales se encuentran cubiertas discordantemente por rocas volcánicas y depósitos sedimentarios del Terciario y Cuaternario (SECOFI, 1999). Gastil *et al.* (1975) identificaron a estas franjas como sigue: 1) Franja

metamórfica del Paleozoico Nororiental; 2) Franja metamórfica norcentral (¿Triásico-Jurásico?); 3) Franja volcánica del Triásico Superior?-Cretácico Medio; y 4) Franja sedimentaria del Cretácico Superior.

La zona de El Sauzal de Rodríguez y sus vecindades, incluyendo a Ensenada y Punta Banda, forman parte de la denominada Franja volcánica del Triásico Superior?-Cretácico Medio, la cual corre a lo largo del estado, de forma paralela a su costa occidental, desde el paralelo 28 hasta la frontera con los Estados Unidos de América.

Se han reportado dos secuencias dentro de esta franja, una de posible edad Triásico-Jurásica y otra del Cretácico Inferior (SECOFI, 1999). La primera está formada por rocas piroclásticas, brechas volcánicas cuya composición varía de andesítica a riolítica, rocas pelíticas con pedernal y rocas calcáreas estratificadas. La segunda secuencia aflora más extensamente y se conoce como Formación Alisitos. Esta última está constituida por rocas piroclásticas, volcanoclásticas, derrames de lava y estratos de caliza intercalados, siendo el vulcanismo de actividad magmática calcialcalina (Almazán-Vázquez, 1988).

Por sus características litológicas y fauna encontrada, la formación Alisitos constituye una secuencia típica de un ambiente de arco insular. Su localidad tipo se encuentra en el Rancho Alisitos (de donde toma el nombre) en el Valle Santo Tomás y al Noroeste del Rancho San Fernando. Las rocas que la constituyen son: pizarra, conglomerado, cuarcita, caliza ligeramente metamorfizada, rocas volcánicas andesíticas y dique-estratos emplazados en grauvacas, limolitas y lutitas. La Formación Alisitos aflora en diversas localidades a lo largo de una extensa faja que bordea la margen occidental del batolito peninsular, siendo una de ellas la costa de Ensenada. Su espesor no es bien conocido, pero en su localidad tipo alcanza los 7,500 m (Allison, 1974 y Allen *et al.*, 1995) y al Norte de la Misión de San Fernando 3,500 m (Almazán-Vázquez, 1988).

Las rocas prebatolito encontradas en la vecindad de El Sauzal incluyen rocas sedimentarias y volcanoclásticas del Jurásico tardío y del Cretácico temprano pertenecientes a la Formación Alisitos; tal es el caso de los afloramientos en la zona de Punta Banda e islas de Todos Santos. Fuera de la costa se encuentran las rocas Mesozoicas del tipo de Esquistos Catalina y Franciscan.

Estratigrafía

En la región se han identificado cinco estratos o clases de sedimentos: 1) Depósitos de abanico medio y superior; 2) Depósitos de abanico y turbiditas en cuencas planas o con pendiente poco pronunciada; 3) Turbiditas en cuencas planas; 4) Turbiditas en cuencas antiguas y deformadas; y 5) Depósitos hemipelágicos.

Los depósitos de abanico superiores se caracterizan por una sedimentación compleja derivada de las zonas de los valles en abanico. Los depósitos de abanico medio, presentan una topografía en forma hamacada (“hummocky”) atribuida a la presencia y aportación de sedimentos de canales tributarios. Las turbiditas asociadas a cuencas planas son fácilmente reconocibles por los reflectores subhorizontales y estratificados; los cuales, muestran un envolvimiento (“onlap”) sobre los depósitos en cuencas más antiguas. En contraste, los depósitos en cuencas antiguas, se pueden reconocer siguiendo dos criterios; el primero es por la deformación de los sedimentos y el segundo por su superposición estratigráfica. Estos sedimentos se encuentran más deformados que los sedimentos depositados en cuencas jóvenes. Un ejemplo de lo anterior sucede en la cuenca al Este de la cresta de San Isidro, en donde los sedimentos aparentemente están plegados y basculados.

La última unidad estratigráfica es la de los sedimentos hemipelágicos. Empleando información sísmica de reflexión, Smith y Normark (1976) encontraron una capa acústicamente transparente dentro de la región dominada por sedimentos. Estos autores asumen que esta capa corresponde a los sedimentos hemipelágicos, constituidos básicamente por lodos (limos y arcillas) que fueron depositados en áreas aisladas y protegidas de la influencia de los sedimentos turbidíticos. Esta unidad de sedimentos hemipelágicos se puede trazar y continuar por casi toda la parte interna del Borde Continental y por lo mismo es un excelente marcador crono-estratigráfico.

La planicie Costera de la Bahía de Todos Santos está rodeada por la formación Alisitos del Cretácico temprano (Aptiano-Albiano), compuesto de andesitas y material piroclástico. Allison (1995) describe a esta formación como una secuencia de 1,790 m de estratos delgados de tobas. Por encima, hay 1,500 m de lodos (arcillas) y, en menor proporción, areniscas. Descansando sobre los lodos hay más de 2,000 m de roca volcánica piroclástica y epiclástica intermedia y andesita porfirítica. La parte NE de la planicie costera de Todos Santos está delimitada por un plutón de tonalita-granodiorita del batolito peninsular --120 a 110 Ma-- (Ortega *et al.*, 1997). Al Oeste Noroeste, las rocas intrusivas están en contacto con la andesita alisitos que aflora en las colinas de Chapultepec, así como al Norte de ellas. El sinclinal de Valle Dorado aparentemente es un rasgo compresivo inusual aislado, que afecta a las andesitas del Cretácico temprano de la formación Alisitos (Pérez-Flores *et al.*, 2004).

La formación Rosario representa facies continentales a agua marina profunda que se depositó a lo largo de una margen tipo Great-Valley en cuenca de ante-arco. Los sedimentos se derivaron de montañas escarpadas orientales formadas por sierras peninsulares levantadas y terreno granítico-metamórfico. La Península de Punta Banda está litológicamente formada por las andesitas de la formación alisitos del cretácico temprano (Pérez-Flores *et al.*, 2004).

Características geomorfológicas más importantes en la región

Por sus rasgos estructurales, Gastil *et al.* (1975) dividen a la región Norte de Baja California en tres provincias: Borde Continental (BC) a lo largo de la costa del Pacífico; la Cordillera Peninsular (CP), que constituye la parte central de la península, y la Depresión del Golfo de California (DG), a lo largo de la costa oriental de la península. Por otra parte, si se considera la actividad tectónica y la historia de la deformación, la península puede dividirse en tres dominios estructurales: la Provincia Extensional del Golfo, que corresponde a la DG; una región estable prácticamente sin deformación, que incluye a la CP y al BC al Sur de la falla de Agua Blanca, y una región al Norte de la falla de Agua Blanca, con grandes fallas de deslizamiento de rumbo, las cuales forman parte del sistema San Andrés en el Sur de California.

La región se localiza dentro de la provincia estructural conocida como “Borde Continental del Norte de Baja California” descrita originalmente por Shepard y Emery (1941), y posteriormente redefinida por Krause (1965); Moore (1969); y Legg (1985), como una región formada por rocas sedimentarias preorogénicas del Mioceno, flanqueadas por altos topográficos y estructurales descansando sobre un basamento cristalino constituido principalmente de rocas volcánicas. La distribución de las rocas sedimentarias y su estructura interna simple, sugieren que su origen estuvo asociado a un proceso de sedimentación en una terraza continental abierta; sin embargo, este concepto ha cambiado como resultado de los estudios geofísicos más recientes (Legg *et al.*, 1991).

El Borde Continental de California se extiende desde Punta Arguello, California, hasta la región de la Bahía de Sebastián Vizcaíno – Isla de Cedros en Baja California y se divide en cinco sub-zonas estructurales (Legg, 1985). La región de interés se ubica dentro de la zona conocida como la margen interna del Borde Continental. Esta zona fue definida por Moore (1969), y citada por Legg (1985) como en la que el principal carácter fisiográfico y estructural es la presencia de un conjunto de crestas, bancos (bajos) islas y cuencas orientadas en dirección Noroeste, sub-paralelas a la actual línea de costa y a la frontera entre las placas de Norteamérica y del Pacífico. Esta característica hace suponer que el origen de la provincia estructural del Borde Continental estuvo relacionado a los procesos tectónicos generados en un tiempo por la actividad de subducción de las placas Farallón y Pacífico, y posteriormente a través del tectonismo propio de la frontera de placas caracterizada por un sistema de fallas transformes.

Tres procesos geológicos intervinieron para generar la actual morfología de la parte interna del Borde Continental de Baja California: el primero de ellos es de carácter tectónico (estructural); el segundo, está asociado a una continua erosión y el tercero es el de sedimentación con períodos intermitentes de actividad volcánica. Los tres pudieron ocurrir en forma contemporánea o bien dos de ellos en episodios

simultáneos y el tercero puede estar enmascarado por los dos primeros. Tal es el caso de la mayor parte de la zona costera del Borde Continental, la cual se ha clasificado como del tipo erosivo, caracterizada por playas rocosas y/o arenosas limitadas por altos acantilados. Por otro lado las líneas de costa de carácter depositacional tienen playas arenosas, protegidas por planicies de inundación, abanicos aluviales o deltas.

La costa entre Tijuana y Ensenada es predominantemente de tipo erosional, en la que se observa una dominancia de acantilados y zona de riscos costeros, con pequeñas playas arenosas protegidas por pequeños riscos, y terrazas levantadas y truncadas. En contraste, hay un segmento de costa muy recto (Tijuana-Punta Descanso), que aparentemente está controlado estructuralmente por fallas, mismas que se observan a lo largo de la costa al Norte del poblado de Rosarito, cortando la secuencia de la Formación Rosarito Beach (Minch, 1970). Por otro lado algunos segmentos de costa están controlados por deslizamientos ocasionados por inestabilidad del terreno, como es el caso del sector de costa comprendido entre Salsipuedes y Punta San Miguel, en donde en los últimos 20 años han ocurrido importantes deslizamientos, modificando la morfología de la línea de costa. Adicionalmente están los segmentos de costa caracterizados por terrazas marinas emergidas (Medio Camino-La Misión), producto del movimiento eustático del nivel del mar durante los últimos periodos glaciales. Esto mismo se observa en la región de Punta Banda y Punta Santo Tomás, en donde se han reconocido hasta 11 terrazas marinas de edad plioceno-reciente. Por último, en la zona comprendida entre Salsipuedes y Punta Banda, se encuentran pequeñas playas de bolsillo rodeadas de escarpados acantilados que se continúan más allá de la línea de costa.

La geomorfología de la Bahía de Ensenada está ligada a fallas normales y paralelas asociadas al sistema de falla de Agua Blanca, siendo esta última la responsable de la actual fisiografía en la región. Para la zona Norte de la bahía se han reportado fallas activas en el terreno y deslizamientos por gravedad (González-Serrano, 1977 y Cruz-Falcón, 1991). La Bahía de Todos Santos muestra un plano estructural que se encuentra dominado por la existencia de un basamento, causante de un graben triangular con una caída hacia el Sur y centro de la bahía, delimitado por las fallas de Agua Blanca y de El Vigía. La profundidad del basamento reportada para la zona Norte y Noroeste de la bahía va de 0.0 a 20.0 m, localizándose a la altura de Punta Morro, El Sauzal y San Miguel; por lo que la forma del perfil costero para esta zona presenta una cuenca sedimentaria de poca profundidad, denominada Cuenca de El Sauzal (Cruz-Falcón, 1991).

Características del relieve

Al final del Cretácico (100 Ma) se llevó a cabo el emplazamiento del batolito peninsular, intrusión magmática que corre a lo largo de la península, originando la Cordillera peninsular, la cual modificó con

profundas deformaciones estructurales (levantamientos y metamorfismo) la geología preexistente. Posteriormente, durante el Cenozoico medio, se acumuló una amplia variedad de rocas volcánicas, con un menor grado de metamorfismo y de emplazamientos graníticos. Este periodo no fue una continuación del período del Mesozoico, sino más bien, fue un período de dilatación que culminó con el fracturamiento de la corteza terrestre dando lugar a bloques que se hundieron, inclinaron y en algunos lugares se comprimieron (Gastil et al., 1975 y Wong, 1980). Durante el período de las rocas postbatolíticas, las cordilleras peninsulares se levantaron, enfriaron y erosionaron dando lugar a una gran cantidad de sedimentos que fueron arrastrados hacia el Océano Pacífico y depositados cerca de la actual línea de costa (Gastil et al., 1975). La topografía actual nos muestra el paso de los períodos geológicos y tectónicos sufridos en épocas anteriores, las terrazas más jóvenes se conservaron esencialmente horizontales, tal como las observamos ahora.

En la región se presentan dos expresiones morfológicas principales, una constituida por las altas prominencias topográficas de la ladera occidental de la Sierra Juárez y la otra es una escarpada pared que constituye un cierre hidrográfico al Sur. La ladera está formada por rocas volcánicas, intrusivas y metamórficas, en tanto que la pared Sur la forman rocas sedimentarias. La cuenca costera está rellena por sedimentos recientes no-marinos (Márquez, 1984). Tanto la ladera occidental como el frente abrupto Sur son el resultado de intensos movimientos tectónicos, elevándose como una sola unidad las tierras altas del oriente y la terraza marina que representa el segundo rasgo geomorfológico principal de la cuenca. Debido a la reciente emersión, aún existen en las partes altas de los cañones remanentes de sedimentos marinos y depósitos de evaporitas que marcan antiguos niveles de transgresiones y regresiones marinas (Abbot y Gastil, 1979).

La región de Ensenada forma parte de la Provincia de la Costa Pacífica y se incluye dentro del Bloque Santo Tomás/Planicie Costera de Todos Santos; aunque también se considera parte de la Provincia de la Sierra Costera conocida como el Bloque de Ensenada (Gastil et al., 1975). El Bloque de Ensenada se caracteriza por su topografía accidentada y se extiende del Valle de Guadalupe a la falla de Agua Blanca en el sur. Al Este, una serie de picos altos marca el límite oriental de este bloque (Gastil et al., 1975). El Bloque de Ensenada se encuentra a 500 m sobre el nivel del mar, un depósito remanente de un conglomerado fluvial se encuentra esparcido sobre una meseta de 400 m de altura en la esquina Noroccidental del bloque (Pérez-Flores et al., 2004). La Planicie Costera de Todos Santos cubre un área de 34,000 ha (Aranda-Manteca, 1983) y es ocupada por la ciudad de Ensenada, el Valle de Maneadero y la Bahía de Todos Santos (Wong, 1980).

El SAR se encuentra en una planicie costera con pendientes que van desde 0 hasta 5%. Al Oeste se encuentra la costa que consiste en una playa con arena blanca de tamaño medio (2 Ø), bien

clasificada, con una longitud total de 7.5 km. La playa está limitada en su parte posterior por dunas bajas y una meseta de pie de monte con pendientes de 5 a 10%, que corre hacia la base de las montañas al Este del ejido Chapultepec y de El Ciprés (Martínez Rocha, 1991). Las topoformas de sierra que se alinean con rumbos NW-SE, forman parte del complejo montañoso de la Sierra de Baja California. Estas topoformas son bajas con desarrollo de lomeríos, con pendientes del 15%, los cuales son de carácter intermontano, presentan escarpes, llanuras y bajadas generalmente abiertas hacia la costa, asociadas con el desarrollo de cañones y cañadas con orientación NE-SW y SE-NW que finalizan en la costa del Pacífico (Chagoya, 1986). Dentro de los límites del SAR, las montañas colindantes con la zona urbana alcanzan una elevación aproximada de 200 msnm, con pendientes hasta del 30%, localizadas a una distancia no mayor de 17 km de la costa.

Presencia de fallas y fracturamientos.

La mayoría de las fallas descritas a continuación son de tipo lateral derecho y presentan velocidades de desplazamiento que van desde 1 mm hasta 60 mm por año. Aunque los desplazamientos de las fallas del Borde Continental son difíciles de estimar, se puede asegurar que efectivamente han ocurrido, ya que puede apreciarse la geomorfología característica y se han registrado movimientos sísmicos. Dichos movimientos se relacionan en el siguiente apartado. Todas estas estructuras se ajustan y refuerzan el modelo de una cizalla derecha en el Norte de Baja California.

Sistema Imperial-Cerro Prieto

La falla Imperial delimita el lado oriental del centro de dispersión Cerro Prieto y forma parte de un límite entre placas. Es la principal conexión entre el sistema San Andrés y las estructuras del Golfo de California. Sin tener una buena expresión geomorfológica, se extiende a lo largo de 75 km, desde 3 km al Sur de la ciudad de Brawley, California, EEUU; hasta el centro de dispersión Cerro Prieto con una orientación de N42°W. Su velocidad de desplazamiento se ha estimado en 47 mm/año.

La falla Cerro Prieto es de tipo dextral; se extiende a lo largo de 80 km desde el centro de dispersión Cerro Prieto hasta la Cuenca de Wagner. El trazo de la falla es visible únicamente en su sector Sur; la parte Norte ha sido determinada por mecanismos focales y métodos geofísicos. Es la estructura que marca la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico, en la región del Valle de Mexicali; su desplazamiento promedio es mayor a 50 mm/año.

Sistema Elsinore-Laguna Salada

La falla Elsinore es una falla activa dextral oblicua. Se trata de la continuación, en la parte estadounidense, de la falla Laguna Salada.

Los primeros estudios de la falla Laguna Salada los realizó Lindgren en 1888. En realidad se trata de dos fallas juntas: una compleja en su parte Sur y otra simple en su parte Norte. En el SE está compuesta por la falla Cañón Rojo y Chupamirtos, al oriente por las fallas Cucapá, Pescaderos y Borrego. En su parte NW existe una única falla, que es la falla Laguna Salada. Este sistema de fallas se encuentra dentro de la provincia Basin and Range y es el límite entre la Laguna Salada y la Sierra Cucapá. La Laguna Salada es el resultado de la subsidencia provocada por la falla durante el Plioceno y Holoceno en la margen occidental de la Sierra Cucapá. El desplazamiento lateral a lo largo de la zona de falla no está muy bien definido, pero en promedio se desplaza menos de 1 mm/año; en la actualidad, la parte NW de la falla Laguna Salada tiene una velocidad de desplazamiento vertical de 1 mm/año y de 0.7 mm/año en sentido horizontal. Durante el Holoceno el movimiento horizontal en la parte NW fue de 18 m y el vertical de 2 m; en su porción SE la falla ha sido inactiva, mientras que en la parte SW se ha desplazado diversos metros (Mueller y Rockwell, 1991).

La falla Cañón Rojo es de tipo normal de rumbo N30°-35°E con echado de 55 a 60 grados al NW; forma escarpes y abanicos aluviales. Su razón de movimiento es menor a 1 mm/año, y su conexión con la falla Laguna Salada está muy bien definida.

Sistema Sierra Juárez – Sierra San Pedro Mártir

Axen y Romero (1994) han estudiado la parte Norte del Escarpe Principal del Golfo desde el punto de vista petrológico y estructural y consideran que esta parte del escarpe es el producto de una falla despegue antigua cuyas raíces pueden encontrarse bajo la Sierra San Pedro Mártir, por lo que posiblemente se trata de una falla reactivada.

Sistema San Clemente-San Isidro

La zona de fallas San Clemente-San Isidro tiene más de 300 km de largo. Se encuentra localizada en la parte poniente del interior del Borde Continental y abarca la zona de cizalla delineada por las fallas San Clemente y San Isidro, así como por fallas laterales subparalelas de rumbo N40°W.

Esta zona de fallas ha sido identificada por Legg *et al.* (1991) usando perfiles de sísmica de reflexión, reflectores acústicos y mecanismos focales. Su porción meridional se ha interpretado como transtensiva. Debido a que esta estructura corta sedimentos jóvenes, se infiere que su movimiento se ha concentrado en el Cuaternario tardío y su deformación en cizalla-Y es un indicador de un desplazamiento en estado avanzado (Wong *et al.*, 1987; Legg *et al.*, 1991; Legg, 1991).

La falla San Clemente es lateral derecha y a ella se asocian vetas hidrotermales, cañones y abanicos submarinos; en tanto que la falla San Isidro también es de desplazamiento lateral derecho y ha sido

delimitada por escarpes hasta de 350 m de altura. Se desconoce la razón de desplazamiento de ambas (Legg, 1991).

Sistemáticamente se presentan diferencias estructurales asociadas a las zonas de curvatura o brincos en escalón que desarrollan las fallas; las convergencias locales se manifiestan como plegamientos o bloques levantados, tal es el caso en las zonas donde se presentan curvaturas o escalonamiento en sentido izquierdo. Por el contrario, en donde la curvatura o el escalonamiento de las fallas es en el sentido derecho, la manifestación estructural se da en la formación de depresiones y/o cuencas extensivas ("pull apart basin"), tal y como lo predicen los modelos estructurales para fallas de torsión de Tchalenko (1970) y Wilcox *et al.* (1973).

Sistema de falla San Clemente

La continuación de la Falla San Isidro o sistema San Isidro hacia el Norte, se da a través de la zona de falla San Clemente. Este sistema lo constituye una de las fallas orientadas $N 40^{\circ} W \pm 5^{\circ} W$ con una tendencia general en echelon (escalonado) con saltos derechos. El salto mayor se observa en la vecindad del abanico Navy, el cual está asociado a un pequeño graben al Este de la cuenca San Clemente. Resultados batimétricos y de sismica de reflexión muestran en esta región una falla al Noroeste de la cuenca San Clemente, dando lugar a un prominente escarpe manifiesto tanto en el basamento, como en la pila de sedimentos pobremente consolidados. Pequeñas cuencas de carácter extensional ("pull apart") se encuentran asociadas a un sistema de fallas de torsión y desarrolladas entre el escalonamiento derecho y los segmentos de falla. Contrario al graben tipo "pull apart" de San Clemente, las cuencas pequeñas mencionadas anteriormente, incluyendo la cuenca Norte San Clemente, se infiere, son medios grabens (Legg, 1985); y es la falla San Clemente la que forma el límite oriental de estas depresiones. Hacia el Suroeste, los sedimentos de cuenca forman un monoclinal en el que la parte potente de los sedimentos se encuentra en la región adyacente a la falla. Los estratos más potentes (>1,000 m) identificados en la zona de la planicie del Descanso y la cuenca de Ensenada, están cortados por la falla San Clemente. Todos los rasgos estructurales y morfológicos, incluyendo la distribución de fallas en echelon y pliegues e intersecciones de zona de cizalle de todas edades y tipos, son evidentes a lo largo del sistema de falla San Clemente.

Se observa que el fallamiento que se forma, normalmente diverge hacia arriba alejándose del basamento en la zona de cizalle, por lo que se puede concluir que la zona maestra de los sistemas San Isidro y San Clemente, es angosta. Este proceso de divergencia ocurre en los primeros estadios de desarrollo del sistema de torsión, por lo que se asume que la zona principal de deformación se adelgaza conforme el desplazamiento se incrementa. En ese sentido, lo que se observa es que el trazo

principal de la falla San Clemente mantiene su continuidad a lo largo de una gran distancia y es la que aparentemente está cortando a los sedimentos más jóvenes, y al mismo piso oceánico.

Las fallas antiguas son inactivas o las que menos actividad tienen son aquellas en donde la sedimentación sintectónica las cubre y el movimiento cuaternario más bien está asociado o concentrado en el trazo principal de la falla San Clemente (Legg, 1985).

Sistema Depresión San Diego - Bahía Soledad

El sistema formado por la Depresión San Diego y la zona de falla Bahía Soledad tiene una longitud aproximada de 50 km y está integrado por fallas continuas que cortan sedimentos cuaternarios (Legg *et al.*, 1991) y, en algunos sitios, alcanzan a cortar el suelo oceánico de algunas de las cuencas cercanas a la costa.

En el área de interés, la zona conocida como Depresión San Diego – falla Bahía Soledad, marca el límite occidental del sistema de falla Agua Blanca. En los primeros trabajos geofísicos que se realizaron en la región, se postuló que la Depresión San Diego se continuaba hacia el Sur conectando con la falla de Maximinos, que se extiende asimismo al Sur de la Península de Punta Banda y sale al mar también al Sur de la zona de La Bufadora, en el cañón de Maximino; sin embargo esta correlación se descartó y se precisó que la continuación hacia el Sur de la Depresión San Diego es la falla Soledad, localizada al Sur de Punta Banda, en la Bahía del mismo nombre, en donde se introduce al mar con una orientación de N 50° W. La falla pasa cerca de Punta Santo Tomás, a donde se ha inferido que establece una relación estructural con la rama Sur de la falla Agua Blanca.

El aflamamiento que se generó en la zona del sistema Depresión San Diego–falla Bahía Soledad es algo complejo. Por ejemplo, en la región que corresponde al borde Este de la llanura o planicie del Descanso, que es a donde las dos estructuras se conectan, la Depresión San Diego se orienta más hacia el Norte (N 35° W ± 5° W) que la falla Bahía Soledad y se alinea con el eje de la cuenca de San Diego. En los perfiles de reflexión (Legg *et al.*, 1991) se observa a la Depresión San Diego como una estructura con un trazo simple y continuo, con poca evidencia de movimiento que afecte al fondo oceánico. Se aprecia una alternancia de caídas hacia la derecha y hacia la izquierda. Debido a su característica rectilínea y trazo simple, y la ausencia de traslapes verticales (“vertical offset”), se piensa que esta estructura es una falla de torsión paralela. Localmente se observan pequeñas deflexiones o traslapes distribuidos en echelon, desplazamientos verticales, y son evidentes a través de pequeños pliegues, escarpes, o pequeños grabens, en las cuencas con turbiditas que fueron originalmente depositadas en superficies planas. Se aprecia deslizamiento dextro por el desarrollo de pliegues en donde existe una deflexión izquierda y/o cuencas en donde la deflexión es derecha en el extremo de la falla.

Sistema Coronado Bank–Agua Blanca

La zona de falla Coronado Bank–Agua Blanca es más compleja que las descritas anteriormente; de hecho, es la más compleja de las fallas del Borde Continental, ya que presenta numerosas discontinuidades subparalelas, saltos derechos e izquierdos con arreglo en escalón y anastomosados bien definidos por el significativo relieve estructural asociado que puede variar de 100 a 1,000 m, marcando la parte central de la zona del sistema de falla Agua Blanca. Esta zona rompe la secuencia de sedimentos superficiales de edad Cuaternaria al Holoceno, depositados en las plataformas y en las pendientes cercanas a la costa, rompiendo también el fondo marino en zonas muy locales.

Dos o más trazos principales y subparalelos se han identificado dentro de la zona de falla de Coronado Bank y a ellos se asocian un sinnúmero de ramificaciones y fallas secundarias. La parte Este de la zona de falla de Coronado Bank, al Oeste de la ciudad de San Diego, presenta carácter de falla de torsión divergente, lo cual se observa en la formación de una estructura de flor negativa en los perfiles sísmicos de reflexión. De estos mismos perfiles se ha inferido que la falla Coronado Banks forma un "horst" debido a procesos compresivos, que en un tiempo actuaron en la región. Por otro lado en la zona adyacente al Valle de Loma Sea se observa la formación de un graben, lo que hace suponer la existencia de un sistema de transtensión asociado a la falla de Coronado Bank.

La falla Coronado Bank se une con la falla Agua Blanca en la bahía de Ensenada. Ambas tienen una orientación N30°W en la zona marina y de N70°W dentro de la península. Este cambio en la orientación de las fallas es la diferencia principal entre las estructuras del Borde Continental y las Peninsulares (Cruz-Castillo, 2002).

Los primeros estudios de la falla Agua Blanca los realizaron Allen *et al.* (1960). Esta falla se extiende desde El Paso de San Matías hasta la Bahía de Todos Santos, con un rumbo de N72°W; tiene como mínimo 22 km de desplazamiento lateral y es la falla activa más antigua del Norte de Baja California; existe desde el Mesozoico tardío. En el Valle de Santo Tomás se divide en dos brazos que limitan el Sur y el Norte de la Península de Punta Banda; el brazo sur es conocido como falla Santo Tomás y se ramifica en la falla conocida como Soledad y en la falla Maximinos. El ramal Norte de la falla Agua Blanca se puede trazar fuera de la costa próxima a la parte Norte de la península de Punta Banda, en donde se observa una pendiente batimétrica muy pronunciada, que corresponde al contacto litológico por falla entre las rocas del basamento peninsular (incluyendo a las islas de Todos Santos) y la pila de sedimentos depositados en la Bahía de Ensenada. La falla sufre una marcada deflexión cambiando el rumbo que mantiene en la zona peninsular de N 60° a 65° W a aproximadamente a N 250° – 35° W, al Este de las Islas de Todos Santos. En la región vecina de Punta Banda existen una serie de 11 diferentes terrazas marinas elevadas, que se pueden seguir a ambos lados de la península de Punta

Banda y por lo menos hasta Punta Santo Tomás, sirviendo de evidencias para demostrar la cantidad de levantamiento o emergencia de la zona costera en esta región, asociado a cambios eustáticos que acontecieron desde el Plioceno tardío y durante todo el Pleistoceno. Desde el punto de vista tectónico, la península de Punta Banda ha tenido movimiento vertical generando estructuralmente a un "horst" y su contraparte es el medio graben o la cuenca de extensión ("pull apart basin") correspondiente a la actual Bahía de Ensenada.

Los rasgos geomorfológicos que genera la falla Agua Blanca son muy claros, ya que forma sierras, corta y desplaza abanicos aluviales, forma cañadas, cañones, valles en escalón, cuencas de forma triangular y en la Península de Punta Banda se pueden apreciar sus facetas triangulares. En el Valle de Santo Tomás la falla Agua Blanca deja de presentar movimientos laterales como principales, para cambiar a un movimiento oblicuo.

La falla Maximinos, localizada al Sur de la península Punta Banda, se clasifica como lateral derecha, con componente normal, y se interpreta como subsidiaria de la falla Agua Blanca debido a su paralelismo y cercanía.

La zona de falla de Coronado Bank–Agua Blanca se torna compleja desde la región de Punta Banda hasta Islas Coronado. Dentro de esta zona, dos (o más) trazos de fallas se pueden cartografiar. De acuerdo con Legg *et al.* (1991) uno de los trazos corresponde a la falla Salsipuedes, la cual se enlaza con la rama Norte de la falla de Agua Blanca en la bahía de Ensenada, y continúa hacia el Norte a lo largo del eje de la cuenca sedimentaria que existe entre la cresta de Coronado y la del Descanso.

Hacia el Norte, la falla de Salsipuedes conecta con la parte Este de la zona de falla de Coronado Bank en la región frente a la costa de San Diego, California, EE UU. Por otro lado, un segundo trazo de una falla bien identificada se localiza al lado Este del flanco de la cresta del Descanso y puede ser la conexión entre la falla de Maximinos al Sur de Punta Banda y la parte Oeste de la zona de falla de Coronado Bank, afuera de la costa frente a San Diego. Un sinnúmero de fallas pequeñas han sido cartografiadas (Legg *et al.*, 1991) entre la zona de Punta Banda y la cresta del Descanso, pero se desconoce cuál es la relación estructural y tectónica entre estas fallas y las de extensión regional.

Otras fallas próximas a la costa son las de Newport-Inglewood-Rose Canyon que se extienden paralelas a la costa desde Newport hasta San Diego, California, EE UU; introduciéndose después en la parte continental a través de la ciudad de San Diego, donde aparentemente conectan con la falla de Vallecitos en Tijuana, Baja California, por lo que algunos autores sitúan al sistema San Miguel-Vallecitos como la continuación SE de la falla Newport-Inglewood-Rose Canyon, aunque se desconocen evidencias superficiales claras de su conexión.

Sistema San Miguel-Vallecitos-Calabazas

Este sistema de fallas es sísmicamente muy activo (Cruz-Castillo, 2002). Forma un complejo con escalonamiento derecho entre las fallas Calabazas, Vallecitos y San Miguel.

La falla San Miguel es una estructura de desplazamiento lateral derecho y rumbo N60°W que se extiende desde el Sur de San Miguel hasta el oriente del Valle San Rafael. Es una falla escalonada que forma pendientes bajas, desplaza el drenaje y abanicos aluviales, genera manantiales y en ella se definen líneas de vegetación. El inicio de su actividad se sitúa en el Mioceno medio y su velocidad actual es de 0.1-3 mm/año.

La localización de la falla Calabazas está pobremente definida. Se trata de una falla dextral, que tiene expresiones geomorfológicas tales como escarpes, escalones y crecimiento de depósitos aluviales. Es visible desde el Plutón Pinal hasta el Valle de las Palmas.

La estructura conocida como falla Vallecitos es la continuación NW de la falla San Miguel. Esta es una falla dextral que geomorfológicamente forma escarpes, y se observa al occidente del Valle de las Palmas.

La falla Tres Hermanas, también dextral, está muy cerca del Valle San Miguel, por lo que se le considera parte del sistema de fallas San Miguel-Vallecitos (Suárez *et al.*, 1991); sin embargo, su asociación no es muy clara. Es paralela al sistema San Miguel-Vallecitos, pero no ha sido estudiada en detalle y su localización se debe a la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite, así como al alineamiento de sismos, escarpes y manantiales de aguas termales. Su velocidad de desplazamiento es desconocida.

Sistema El Descanso-Estero

Otra falla que igualmente se extiende muy próxima a la costa es El Descanso-El Estero, la cual se localiza desde la región de El Descanso, B.C. hasta el Estero de Punta Banda en la Bahía de Ensenada; sin embargo, su trazo no es tan obvio. La falla El Descanso-Estero se ha identificado a partir de perfiles batimétricos y sísmicos de reflexión y se interpreta que continúa a lo largo del tramo SW del escarpe meridional de la ciudad de Ensenada. Su extensión hacia la Bahía de Ensenada no es clara y consiste de discontinuidades subparalelas en tramos cortos, menores a 10 km. Se infiere que es de tipo lateral derecho.

La falla Agua Blanca, es considerada como el contacto entre la provincia transpeninsular con deslizamientos de rumbo y el bloque peninsular estable del Sur. Esta falla se extiende más de 130 km con un movimiento predominantemente de rumbo lateral derecho y se le relaciona con el sistema de San Andrés; no obstante su orientación es marcadamente transversal (E-O), diferente a la orientación

de fallas que rigen el sistema. Se caracteriza por tener tres segmentos principales, siendo el más activo sísmicamente el que se extiende del Valle de Santo Tomás hacia Punta Banda, con una longitud aproximada de 30 km, dividiéndose en dos ramas: la falla Maximinos y la falla Agua Blanca Norte (Soares-López, 2003).

El plano costero tiene un origen netamente tectónico, pues ha sido formado a través de la acción de un fracturamiento principalmente localizado en la Península de Punta Banda, la cual debe su origen al desplazamiento con rumbo a la falla de Agua Blanca. A lo largo de toda la línea de la falla se presentan, muy bien definidos, varios rasgos fisiográficos como: escarpes de pie de monte, facetas triangulares, paralelismo de sistemas de drenaje, alineamientos de manantiales y escarpes de derrumbe. La relación estructural de la falla de Agua Blanca con la falla de San Carlos, sugiere un sistema de fallamientos, los cuales son bloques hundidos (Secretaría de Marina, 1974).

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

El régimen tectónico que actualmente caracteriza a la región Norte de Baja California se originó hace ~12 Ma, cuando se inició la deformación transtensional en la frontera entre la Placa Pacífico y la Placa de Norteamérica (Suárez-Vidal *et al.*, 1991). Actualmente esta región es una de las zonas con mayor actividad sísmica dentro de la cordillera peninsular de Baja California (Frez y Frías-Camacho, 1998).

La historia tectónica moderna de la región interna del Borde Continental, en el Norte de Baja California, queda atestiguada a través de la actividad sísmica propia de esta región. Sin embargo, y debido a la falta de redes sismológicas locales, la localización de los eventos sísmicos ocurridos dentro de la parte interna del Borde Continental adolece de precisión y la localización epicentral está mal determinada. Para efecto de determinar a qué estructura podrían corresponder los diferentes sismos registrados en el catálogo de la red mundial, se ha utilizado el mecanismo focal de esos eventos en donde se ha observado que la mayoría de ellos corresponden a fallas con movimiento relativo lateral derecho, lo que es consistente con la tectónica actuante en la región desde el Mioceno. El movimiento relativo de las fallas de rumbo en sentido lateral derecho, con velocidades de desplazamiento de entre 1 y 60 mm/año (Cruz-Castillo, 2002), y la orientación del plano de falla en dirección Noroeste, es coincidente y consistente con la tendencia impuesta por el sistema de fallas San Andrés–Golfo de California, que establece la frontera entre la Placa Pacífico y la de Norteamérica. Esta tendencia se observa en las estructuras mayores localizadas en la región peninsular.

Otra característica de los eventos sísmicos localizados fuera de la costa, en la región interna del Borde Continental, es que no muestran una componente de deslizamiento vertical significativa.

Sistema Imperial-Cerro Prieto

A la falla Imperial se le asocian los temblores de El Centro, de 1940, de $ML=7.1$ y el del Valle Imperial, de 1979, de $ML=6.6$. Un dato sobresaliente es que en esta falla la microsismicidad es escasa, al igual que en la falla Cerro Prieto, que se describe abajo (Frez y González, 1991; Frez y Frías 1998; Suárez et al., 1991; Suárez, 1999).

Por su parte, a la falla Cerro Prieto se le asocian los temblores de 1852, 1875 y 1891 con una magnitud $M=6-7$, el de 1934 de $M=7.1$, el de El Golfo de 1966 ($M_s=6.3$) y el temblor de Victoria de 1980 de $ML=6.1$ (Lesage y Frez, 1990; Frez y González, 1991; Suárez, 1999).

Sistema Elsinore-Laguna Salada

En este sistema son tres las fallas a las que se les ha asociado con actividad sísmica:

- 1) La falla Elsinore, que probablemente rompió el 23 de febrero de 1892 provocando un sismo de $M=7-7.5$; y a la que también se le asocia el temblor de 1934 de magnitud $ML=6.5$ (Shor y Roberts, 1958; Mueller y Rockwell, 1991; Frez y González, 1991).
- 2) La falla Laguna Salada, asociada ados movmientos tectónicos: un temblor de $M=6.7$ en 1892 y otro de $M=6.5$ en 1934.
- 3) La falla Cañón Rojo, en donde pudo haber ocurrido el sismo de 1892, en la sección anterior.

Sistema Sierra Juárez – Sierra San Pedro Mártir

En un catálogo de sismicidad para el Norte de Baja California, Frez y Frías (1998) reportan que la falla Sierra Juárez presenta una microsismicidad relativamente alta en su segmento central, al sur de la latitud $32^\circ N$, mientras que la falla Sierra San Pedro Mártir parece tener microsismicidad asociada pero sólo en su parte Norte.

Sistema San Clemente-San Isidro

Con base en el carácter del vector de deslizamiento del sistema de falla San Clemente ($N40^\circ W$), se asume que este sistema es una parte activa de la frontera de placas Pacífico–Norteamérica; ya que este sistema se continúa en dirección Sur fuera y paralelo a la costa de California - Baja California, y no a través de la península tratando de conectar con el sistema de fallas en el Golfo de California. De aquí que el sistema San Clemente sea el límite occidental de la microplaca alargada de Baja California y, en este esquema, el Sur de California representa el resultado de la partición de la micro-placa cuando esta colisiona con el sistema transverso.

En cuanto a la falla San Isidro, esta ha presentado enjambres de temblores con magnitudes cercanas a 5 en un área localizada a unos pocos kilómetros al NW del poblado de San Quintín (Rebollar et al, 1982).

Sistema Coronado Bank-Agua Blanca

El sistema de falla Agua Blanca actúa como una transformante intracontinental que separa la zona de cizalle del Sur de California de la microplaca, sin deformar, equivalente a la región de la península al Sur de Agua Blanca. Rockwell *et al.* (1987) le estiman a esta falla un periodo de recurrencia de 175 a 200 años para sismos de magnitud mayor de 6. En un periodo de 13 años no se han registrado más de 10 temblores de $ML > 3$. Además, se sabe que la falla se ha estado desplazando con una velocidad promedio de 4 mm/año sin generar sismos grandes, por lo que se considera de baja sismicidad (Allen *et al.*, 1960; Armijo y Suárez, 1981; Ortega, 1988; Rockwell *et al.*, 1989; Frez y González, 1991; Suárez *et al.*, 1991; Suárez, 1993). De acuerdo con Cruz-Castillo (2002), la falla Agua Blanca representa un peligro sísmico importante en la zona, ya que tiene posibilidades de generar un temblor de $M > 6$ cada 175 a 200 años, no se le asocia sismicidad importante, y ha estado en silencio sísmico por lo menos durante los 70 años en que se ha monitoreado la sismicidad en Baja California.

La falla Santo Tomás, localizada fuera de la costa, igualmente actúa como una transformante intracontinental que separa a una región de aumento en la extensión, probablemente causada por la convergencia Norte-Sur en el sistema Transverso.

Con excepción de Agua Blanca, todas las fallas mencionadas se han movido durante el Cenozoico tardío y están estrechamente relacionadas con el régimen de esfuerzo tectónico actual (Cruz-Castillo, 2002).

La sismicidad en la región interna del Borde Continental de California y Baja California, refleja la cantidad de deformación tectónica que está ocurriendo en esta región de la frontera entre las placas Pacífico y Norteamérica. La distribución espacial de los epicentros de los eventos sísmicos delinea la tendencia de las estructuras activas; así como las zonas asociadas a fallas o sistemas de torsión (Frez y Frías-Camacho, 1998). En la parte interna del Borde Continental la actividad sísmica se manifiesta de dos formas: 1) Secuencia de enjambres, en donde no existe un evento principal, sino que todos los temblores son casi de la misma magnitud, y 2) La actividad de preevento, evento principal y réplicas.

La estadística hecha en función de la frecuencia-magnitud (relación Gutenberg-Richter) muestra un valor en la caída de esfuerzo bajo (de 0.73), lo que significa o refleja la tendencia general de pocas réplicas después de un evento principal. Esto mismo fue observado por Thatcher y Hanks (1973) y ellos

piensan que los valores bajos en la caída de esfuerzo se deben a la poca actividad postevento principal.

La solución de los mecanismos de falla para los eventos mayores que han ocurrido en la región interna el Borde Continental, son consistentes con el movimiento impuesto por el sistema de fallas San Andrés-Golfo de California; esto es, las fallas principales se caracterizan por ser del tipo de rumbo o fallas transformes, con un movimiento relativo lateral derecho; no obstante, existen aquellas cuyo movimiento principal es vertical y las hay también con un movimiento conjugado con echados muy someros.

En las primeras investigaciones geológico-sismológicas que se hicieron en la región del Borde Continental (Allen *et al.*, 1960) surgió la hipótesis de que la falla de San Clemente se continuaba al Sur a través de la conexión de la falla Agua Blanca. Sin embargo, Wong *et al.* (1987) demostraron que tal conexión no existe, y que la continuación de San Clemente se da con la falla San Isidro, localizada 35 km fuera de la costa de Baja California. Esta extensión se manifiesta a través del "trend" de epicentros que se observan en la esquina derecha de la Figura 3 y con la actividad sísmica reportada más hacia el Sur, como el enjambre de San Quintín de 1975 reportado por Rebollar *et al.* (1982).

Considerando la longitud del sistema San Clemente-San Isidro, entre ambas forman la estructura de mayor extensión a lo largo del Borde Continental y, por lo mismo, de la región de la frontera de placas Pacífico-Norteamérica. Es probable que a través de este sistema, se absorba parte del movimiento tectónico y deformación entre las placas.

Al Este del sistema San Clemente-San Isidro se localiza otro grupo de epicentros alineados en dirección Noroeste-Sureste y su proyección coincide con el trazo de la falla Coronado Bank. La alineación de los epicentros se hace difusa al Norte de San Diego California, EE UU. La distribución aleatoria en esta región se interpreta como una complejidad tectónica, provocada por la misma distribución de las fallas que producen esa actividad sísmica.

Hacia el Sur de San Diego, la actividad disminuye a casi cero en la proximidad de Punta Salsipuedes, sin embargo, en esta misma localidad, durante el mes de abril de 1968 se registró un enjambre sísmico, en el que por lo menos cuatro eventos tuvieron magnitudes $ML = 4.0$ y 4.5 . Es posible que este enjambre haya sido generado por la falla de Agua Blanca en su extremo Norte, en la zona del Borde Continental.

Sistema Newport-Inglewood-Rose Canyon-Vallecitos-San Miguel

El tercer sistema de estructuras activas en la parte interna del Borde Continental es la que integran las fallas Newport-Inglewood-Rose Canyon-Vallecitos-San Miguel. Este sistema queda bien evidenciado después del temblor de Long Beach de 1933 ($ML = 6.3$), no así con los sismos que han ocurrido después

de ese año. Aparte del sismo de Long Beach, la actividad asociada a este sistema es escasa. Existen algunos eventos localizados en la Bahía de San Diego que se asocian a la falla de Rose Canyon.

Sistema San Miguel-Vallecitos-Calabazas

Al no contar con evidencias superficiales claras de su conexión, Cruz-Castillo (2002) propone al sistema de fallas San Miguel-Vallecitos-Calabazas como uno distinto del sistema Rose Canyon-Inglewood-Newport. El mismo autor describe al de San Miguel-Vallecitos-Calabazas como un sistema de fallas sísmicamente muy activo que forma un complejo con escalonamiento derecho entre las fallas Calabazas, Vallecitos y San Miguel.

A la falla San Miguel se le asocian varios temblores importantes; entre ellos dos de 1954 de $M = 6$ y 6.3 y tres de 1956 conocidos como “de San Miguel”. Estos últimos ocurrieron, uno el 9 de febrero y dos el 14 de febrero, fueron de magnitud local (ML) entre $6.3-6.8$ y provocaron un rompimiento a lo largo de 20 km. Esta falla se considera como una de las más activas en la región (Shor y Roberts, 1958; Gastil *et al.*, 1975; Reyes *et al.*, 1975; Frez y González, 1991; Suárez *et al.*, 1991; Suárez, 1995).

Para la falla Vallecitos, continuación NW de la San Miguel, son pocos los eventos históricos de los que se tiene registro (el de Guadalupe de 1949 y más recientemente el del Cañón de la Presa Rodríguez, $ML = 3.5$). A esta estructura no se le han asociado sismos de magnitud cercana a 6 ni microsismicidad. Esta falla posiblemente pasa debajo de la ciudad de Tijuana y no se descarta la posibilidad de que el temblor de Guadalupe de $M = 5.7$ de 1949 esté asociado a ella (Cruz-Castillo, 2002).

Entre la zona de las fallas Tres Hermanas y San Miguel, se encuentra la falla Ojos Negros. El área con mayor actividad microsísmica se asocia a la zona entre la falla San Miguel y la falla Tres Hermanas. Es esta el área con mayor actividad microsísmica, definiendo una zona sismogenética potencial, por lo que la falla Ojos Negros cobra importancia como generadora de microsismicidad (Cruz-Castillo, 2002).

Sistema El Descanso-Estero

A la falla El Descanso-Estero se le ha asociado un enjambre sísmico de 50 eventos que ocurrió en 1981 (SCEDC, 2009; Legg *et al.*, 1991; Frez y Frías, 1998). Es muy probable que esta falla vuelva a presentar actividad sísmica de tipo enjambre, como la que ha ocurrido en el pasado cercano (Cruz-Castillo, 2002).

Eventos adicionales

Han ocurrido otros eventos sísmicos los cuales por la dificultad en su localización es complicado asociar a una estructura en particular. Esto se debe a que no es sino hasta después de 1977 que se contó con estaciones sismológicas al Sur de la frontera. Antes de 1977 cualquier evento que ocurriera en la región del Borde Continental de Baja California, se localizaba con las estaciones del Sur de

Tsunamis

A la actividad sísmica se le puede asociar otra que igualmente se puede presentar en la región: la de Tsunamis. Además de los sistemas de fallas de rumbo orientadas en dirección Noroeste que caracterizan al Borde Continental de California y Baja California, existen también fallas normales con movimiento vertical dominante y son las que en caso de un sismo asociado pueden generar o producir una onda sísmica marina. Este tipo de ondas, pueden provocar una elevación temporal del nivel del mar y, consecuentemente, inundaciones en zonas o áreas costeras expuestas y sin protección. Por otro lado, cualquier sismo de magnitud mayor que ocurra en la cuenca del Pacífico puede generar el tipo de onda (tsunami) que al llegar a zonas costeras produce inundaciones. En este sentido Baja California es una zona expuesta a la incidencia de este fenómeno.

El SAR se encuentra dentro de la zona sísmica del Estado de Baja California. La presencia de la falla de Agua Blanca, la mayor falla del Noroeste de Baja California, ha provocado un sistema de fallas asociadas a ésta. Una de ellas es activa, la falla San Miguel, la cual provocó en 1956 un enjambre de 274 sismos, tres de los cuales de magnitud Richter 6.8, 6.4 y 6.3.

Existen otras fallas asociadas a la de Agua Blanca, pero no se ha detectado que sean activas, tales como la localizada en Punta San Miguel con dirección N-S, perpendicular a la de Agua Blanca, y otra falla muy cercana a esta, que cruza la ciudad de Ensenada por la calle Rayerson y posiblemente continua hasta la presa Emilio López Zamora, siendo un factor de alto riesgo en caso de que dichas fallas fueran activas. Existe otro sistema de fallas paralelas a la falla principal. Soares-López (2003), al realizar estudios de la posibilidad de que la falla Agua Blanca esté activa, señala que presenta un deslizamiento lateral de 4 mm/año y que este desplazamiento puede ser causa de microsismos.

Respecto a la ocurrencia de tsunamis, Legg y Borrero (2001) presentan un modelo de dislocación elástica de generación de un tsunami provocado por un sismo de magnitud Richter >7 con epicentro en la zona de la falla San Clemente, por ser una de las zonas sísmicamente activas en la región (Legg 1985). Los resultados de este modelo dan como valores máximos de elevación del nivel del mar (“run-up”) de 2.5 metros para Punta el Descanso, entre San Diego y Ensenada. La probabilidad de ocurrencia puede ser menor a 1,000 años (Legg y Borrero 2001).

IV.2.1.3 Edafología

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (1988), los tipos de suelo dominantes que existen en el SAR son: Litosol (I), Regosol (Re), Yermosol (Yh) y Fluviosol (Je); lo cual coincide con lo observado en la carta edafológica de la Figura 20 (SPP, 1982).

Litosol

Es un suelo que se localiza al Noreste, Este, Sureste y Sur de la porción terrestre del SAR principalmente en lomeríos y cerros, presenta un suelo secundario (Re+Hh/2). Este tipo de suelo está limitado por roca continua dura coherente dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie (Fitzpatrick, 1985). Se encuentra principalmente en pendientes abruptas, en donde poco o ningún material madre se encuentra acumulado (Ortíz y Ortíz, 1987). Según datos de campo de la carta edafológica (SPP, 1982) este tipo de suelo tiene solamente un horizonte A, presenta una textura mediana y su forma tiene una estructura en bloques subangulares, de tamaño medio con un desarrollo moderado.

Regosol

Este tipo de suelo se localiza al Norte y Este del SAR. Son suelos desarrollados de depósitos bien drenados. Las “arenas secas” no evolucionan fácilmente a suelos maduros con horizontes específicos, porque contienen muy poca arcilla, humus o sales solubles como para ser movilizados hacia abajo y concentrarse en el horizonte B (Ortíz y Ortíz, 1987). Constituyen suelos procedentes de material no consolidado, excluyendo depósitos aluviales recientes, sin horizonte de diagnóstico más que un horizonte A ócrico; carentes de propiedades hidromórficas en los primeros 50 cm de profundidad y sin salinidad elevada (Fitzpatrick, 1985). Según datos de campo de la carta edafológica (SPP, 1982) este tipo de suelo tiene dos horizontes. El horizonte A presenta una textura media, estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado denominado ócrico muy débil. El horizonte B presenta también una textura media, su estructura tiene forma de bloques y su desarrollo es medio; su denominación es cámbico.

Yermosol

Este tipo de suelo es de textura media y se encuentra al Sur y al Este del SAR. Según datos de campo de la carta edafológica (SPP, 1982), este tipo de suelo tiene dos horizontes. El horizonte A presenta una textura media, tiene una estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino, con un desarrollo moderado denominado ócrico muy débil. El horizonte B presenta también una textura media, su estructura tiene forma de bloques y su desarrollo es medio; su denominación es cámbico.

IV.2.1.4 Hidrología

Hidrología Superficial

El SAR se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH1, denominada Baja California Noroeste, dentro de la cuenca “C” Río Tijuana-Arroyo de Maneadero (SPP, 1981). El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión

Nacional del Agua (CNA) delimitaron las cuencas hidrográficas de México a una escala de 1:250,000 a partir de criterios meramente topográficos (morfográficos) e hidrográficos (red de drenaje superficial). En las inmediaciones del SAR desembocan cinco cuencas hidrográficas, la cuenca No. 33 (Punta Ensenada), No. 36 (Río Maneadero), No. 37 (Cañón El Gallo), No. 40 (sin nombre) y No. 41 (Cañada San Jorge) (INEGI-INE-CONAGUA, 2007;Figura 21).

En la Tabla XXX se presenta la extensión de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del SAR.

Tabla XXX. Extensión de las cuencas hidrográficas que desembocan dentro del Sistema Ambiental

No.	Código	Nombre	Superficies (Km ²)
1	CH 33	Punta Ensenada	224.783
2	CH 37	Cañón el Gallo	124.885
3	CH 40	S/N	8.618
4	CH 41	Cañada San Jorge	20.199
5	CH-36	Río Maneadero	895.966

Al sur del SAR se localiza la Lagunita del Ciprés, un vaso natural de agua dulce que cubre un área aproximada de 4 Has y que se ha mantenido desde hace varias décadas. Es una zona de captación de los escurrimientos superficiales de la parte alta de El Naranjo-Chapultepec, con fluctuaciones estacionales en su volumen. El basamento limo-arcilloso de este cuerpo le da la característica de ser impermeable y evita la intrusión de la cuña salina del agua de mar (Vieira Arouca, 2004).

La hidrología superficial está relacionada directamente con el régimen de precipitación pluvial, por lo que la presencia de escurrimientos permanentes en el área del SAR es nula. En esta área se encuentran cuatro escurrimientos intermitentes: el arroyo San Miguel, el arroyo Ensenada que se localiza dentro de la ciudad de Ensenada, el arroyo El Gallo que se localiza al sur de la dársena del puerto, el arroyo Chapultepec y arroyo San Carlos. El Arroyo Ensenada y sus afluentes (arroyos Doña Petra y Aguajito), atraviesan en la parte final de su recorrido la zona urbana de la ciudad de Ensenada en dirección NE a SW mediante una canalización que inicia en la Presa Emilio López Zamora, principal obra reguladora del Arroyo Ensenada, a cuyo cause se le unen aguas abajo los afluentes del Arroyo Doña Petra y Aguajito para finalmente descargar dentro de rada portuaria (Figura 22).

La cuenca del Arroyo Ensenada en estudio tiene una superficie de 216.49 km² hasta su desembocadura en la Zona del Puerto de Ensenada (Bahía de Todos Santos-Océano Pacifico), se ubica aprox. entre los 32° 00' 00 "y 31° 51' 00" de Latitud Norte y los 116° 38' 00" y 116° 21' 30" de Longitud Oeste. Colinda al Norte con la Cuenca del Arroyo de San Antonio de las Minas y al Sur con la cuenca del Arroyo El Gallo.

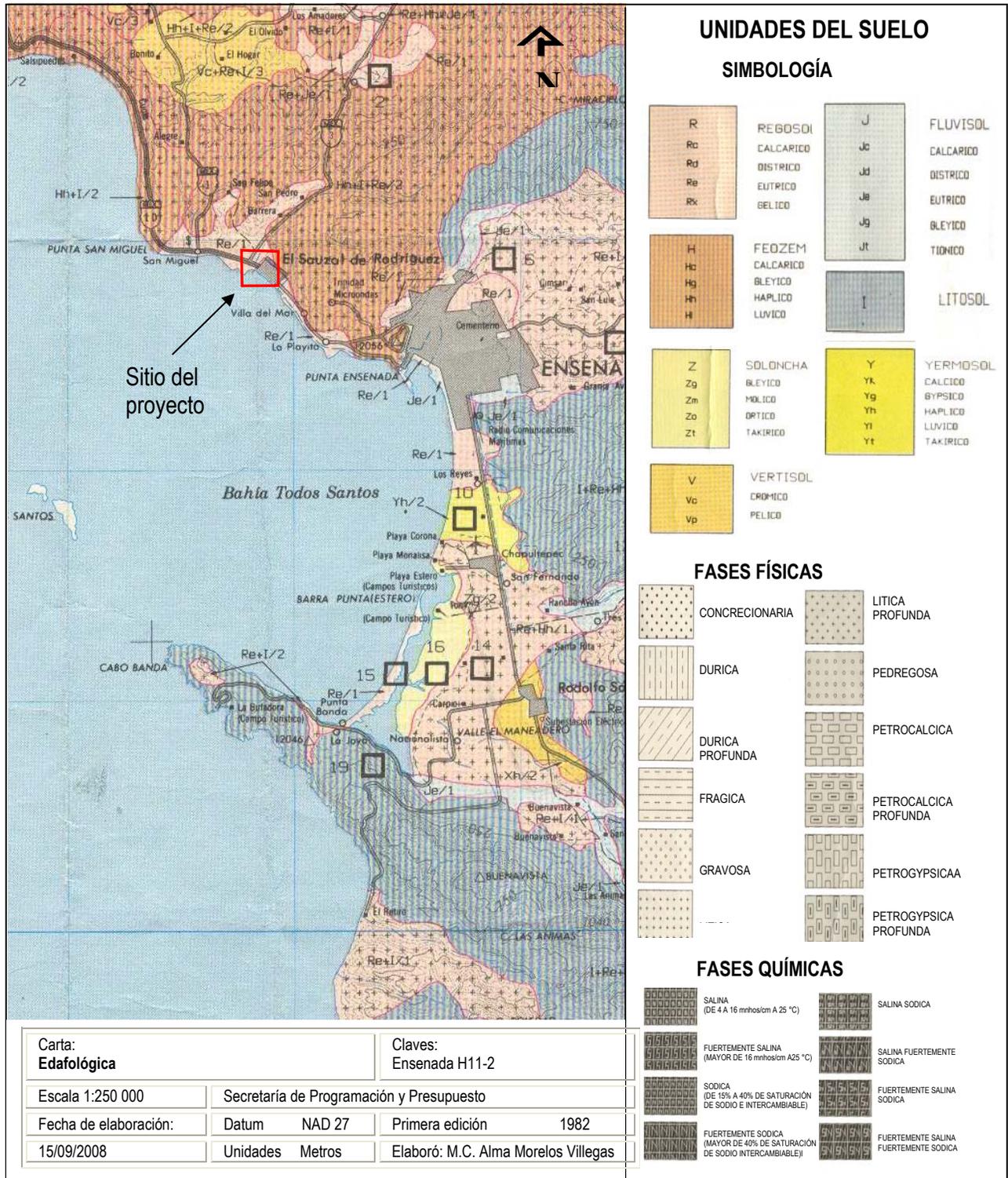


Figura 20. Carta edafológica, Escala 1 250 000, Ensenada H11-2

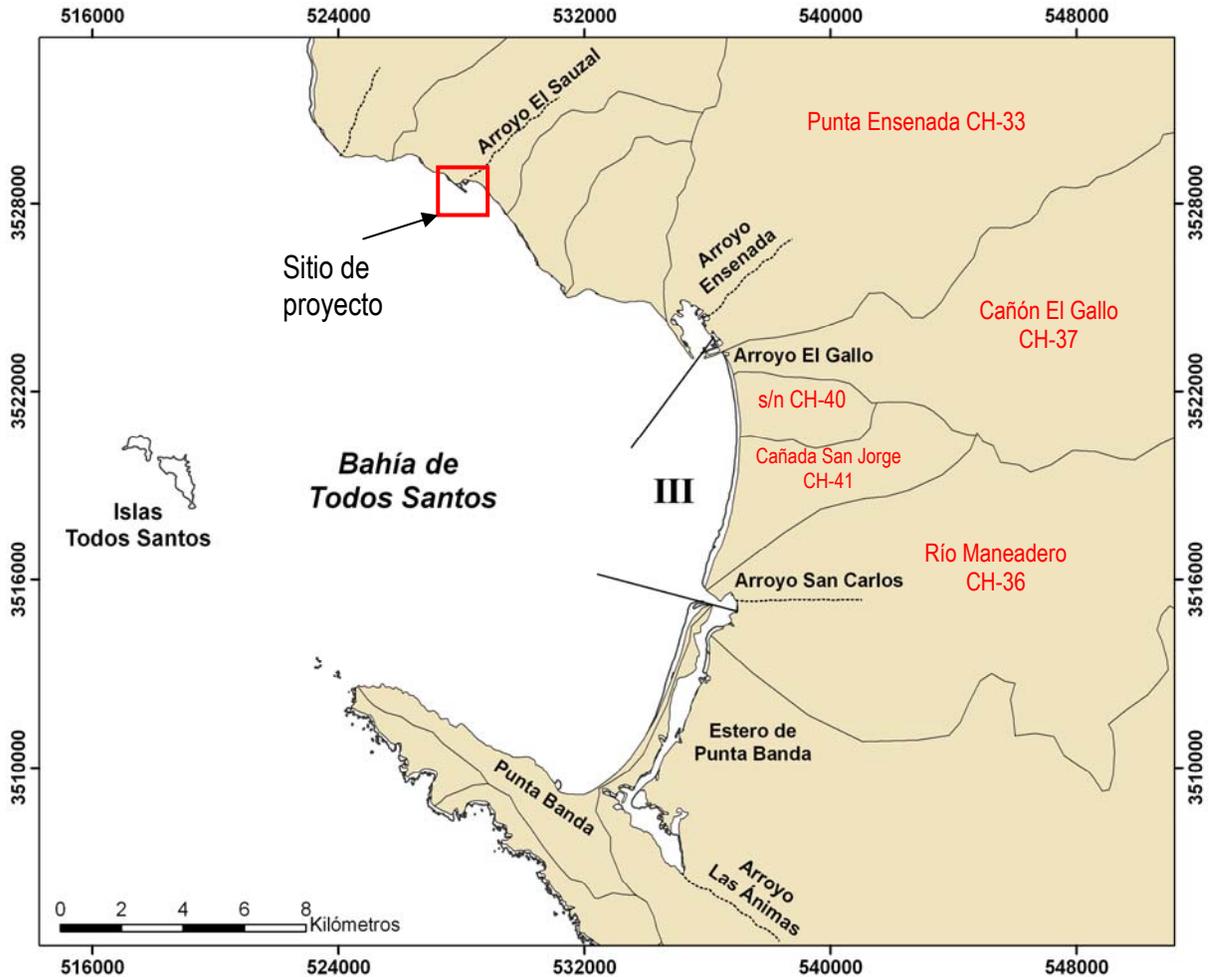


Figura 21. Cuencas hidrológicas en la zona del Sistema Ambiental Regional y límites de la celda litoral III

Hidrología subterránea

Según la carta hidrológica de aguas subterráneas (INEGI, 1988), en el Noreste y Este del Sistema Ambiental predomina la unidad geohidrológica “Unidad de material consolidado con posibilidades bajas”. Esta unidad esta formada por rocas de origen metamórfico, ígneo y sedimentario. Este tipo de roca conforma principalmente las zonas montañosas y por sus características hidrológicas actúan como barreras, excepto las calizas que lo hacen como formaciones transmisoras. En esta unidad existen manantiales con gasto reducido que se limita al uso domestico, cuya calidad es dulce y pertenece a la familia mixta-sulfatada, carbonatada. Al norte, sur y oeste del Sistema Ambiental se encuentra otro tipo de unidad geohidrológica denominada como Unidad de material no consolidado con posibilidades altas.

Este tipo de material corresponde a aluviales constituidos principalmente de grava, arena y arcilla producto de la desintegración de las rocas pre-existentes. La arena es el material más abundante y está constituido por fragmentos de cuarzos, feldspatos y micas (Figura 23).

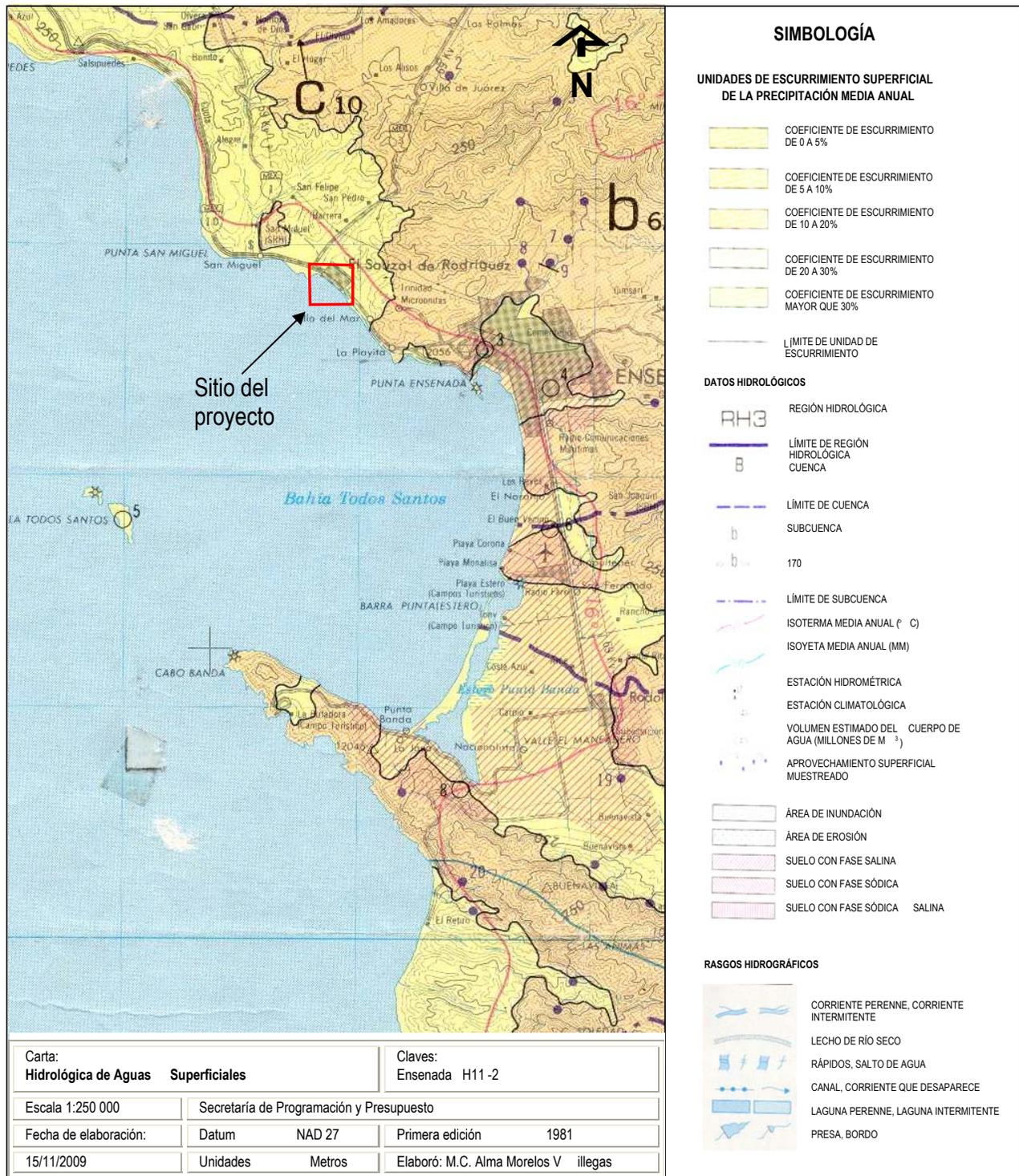


Figura 22. Carta hidrológica superficial, Escala 1 250 000, Ensenada H11-2

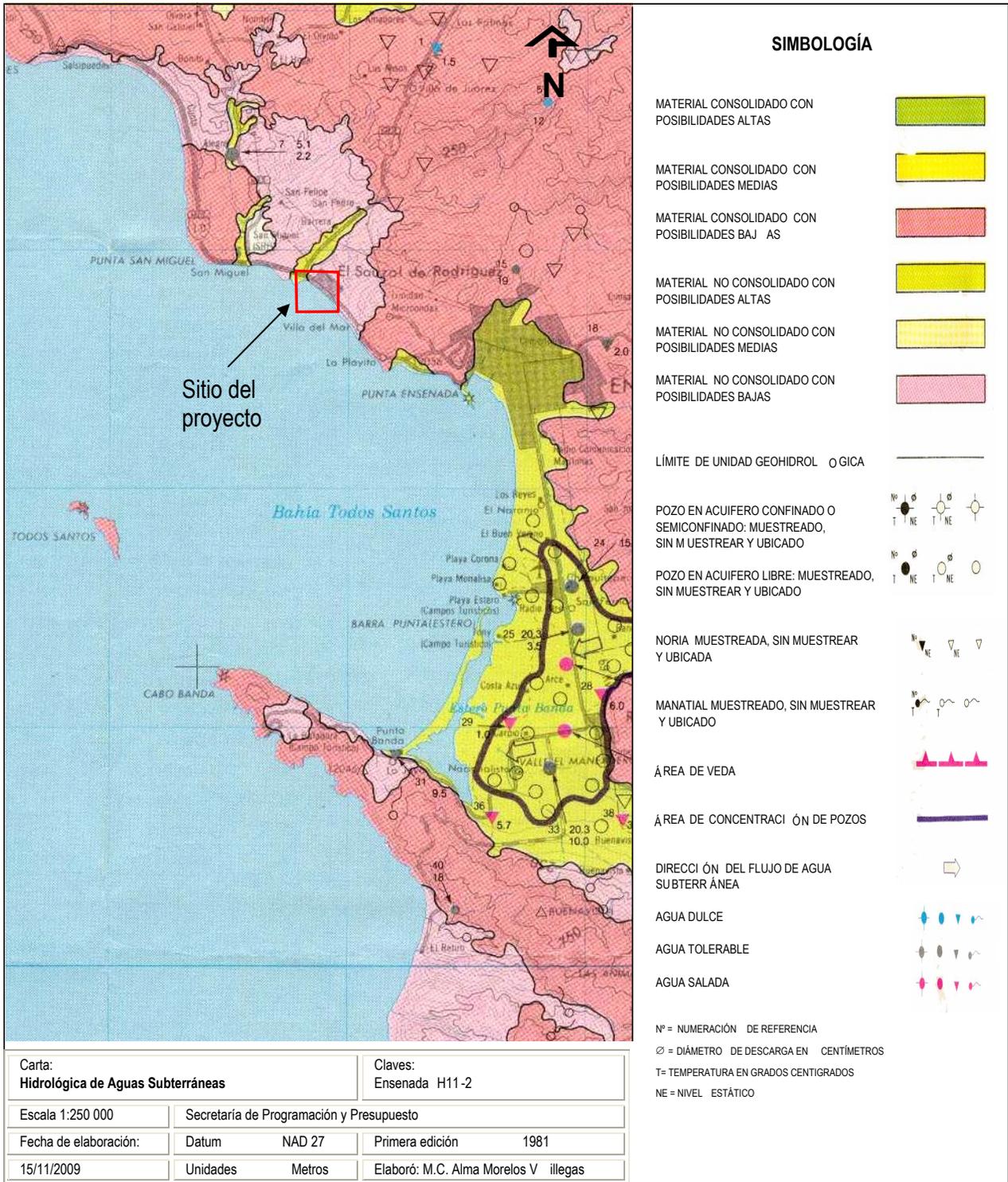


Figura 23. Carta hidrológica de aguas subterráneas, Escala 1 250 000, Ensenada, H11-2

El SAR se localiza dentro del valle de Ensenada. Según INEGI (1995) en el valle de Ensenada hay un total de 27 pozos y 81 norias con tuberías instaladas de 2.54 a 5.08 cm (1 a 2") de diámetro, que permiten un gasto instantáneo de 3 8 Lps, generando un volumen anual extraído de 3.6 millones de m³; la recarga anual es de 3.0 millones de m³, que da un balance de sobre explotación de 0.6 millones de m³, por lo que es necesario decretar al valle en veda rígida. El uso del agua es exclusivamente para fines domésticos-urbanos en la ciudad de Ensenada (INEGI, 1995).

Las fuentes de abastecimiento para la Ciudad de Ensenada y El Sauzal corresponden con los acuíferos del Valle de Guadalupe, La Misión, Maneadero y Ensenada, pozos perforados y aguas extraídas de la presa López Zamora, además de contar con plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas negras. Particularmente, el acuífero de Ensenada tiene un déficit de 5.6 millones de m³/año, debido a que su recarga media anual es de 3.7 millones de m³ y su volumen de extracción anual, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002, es de 9.3 millones de m³ (CNA, 2002).

IV.2.1.5 Oceanografía

Batimetría

Batimetría de la Bahía de Todos Santos

La Bahía de Todos Santos es de aguas poco profundas; cerca del 80% del fondo tiene profundidades menores a 50 metros y el resto forma parte del cañón submarino. La entrada Noroeste, entre Punta San Miguel y las Islas Todos santos tiene aproximadamente 12 kilómetros de ancho y profundidades alrededor de los 50 m con algunos bajos de hasta 6 m de profundidad.

La entrada Suroeste, de 6 kilómetros de anchos tiene pendientes muy pronunciadas que rematan en el cañón submarino. El cañón alcanza profundidades de más de 600 m. En Punta Banda, las isóbatas de 50 m se extiende hasta 3 kilómetros mar adentro; a partir de ahí, la pendiente se vuelve muy pronunciada conforme se acerca al cañón.

Como parte de los trabajos de caracterización del SAR, se obtuvo la batimetría de la Bahía de Todos Santos mediante la digitalización de cartas náuticas ofrecidas por la Secretaría de Marina. La batimetría se interpoló para obtener una resolución zonal de 89.7 m y meridional de 85.4 m. Con la batimetría obtenida se generó una malla computacional de 400x359 celdas. Las características más notables de la configuración batimétrica de la bahía son las Islas de Todos Santos al Oeste, el bajo de San Miguel localizado entre las islas y Punta San Miguel con una profundidad mínima de 6 m y el cañón que se encuentra entre las islas y Punta Banda con una profundidad mayor a 600 m. En la parte central de la bahía se encuentra una pendiente típica de 1:180 (Figura 24).

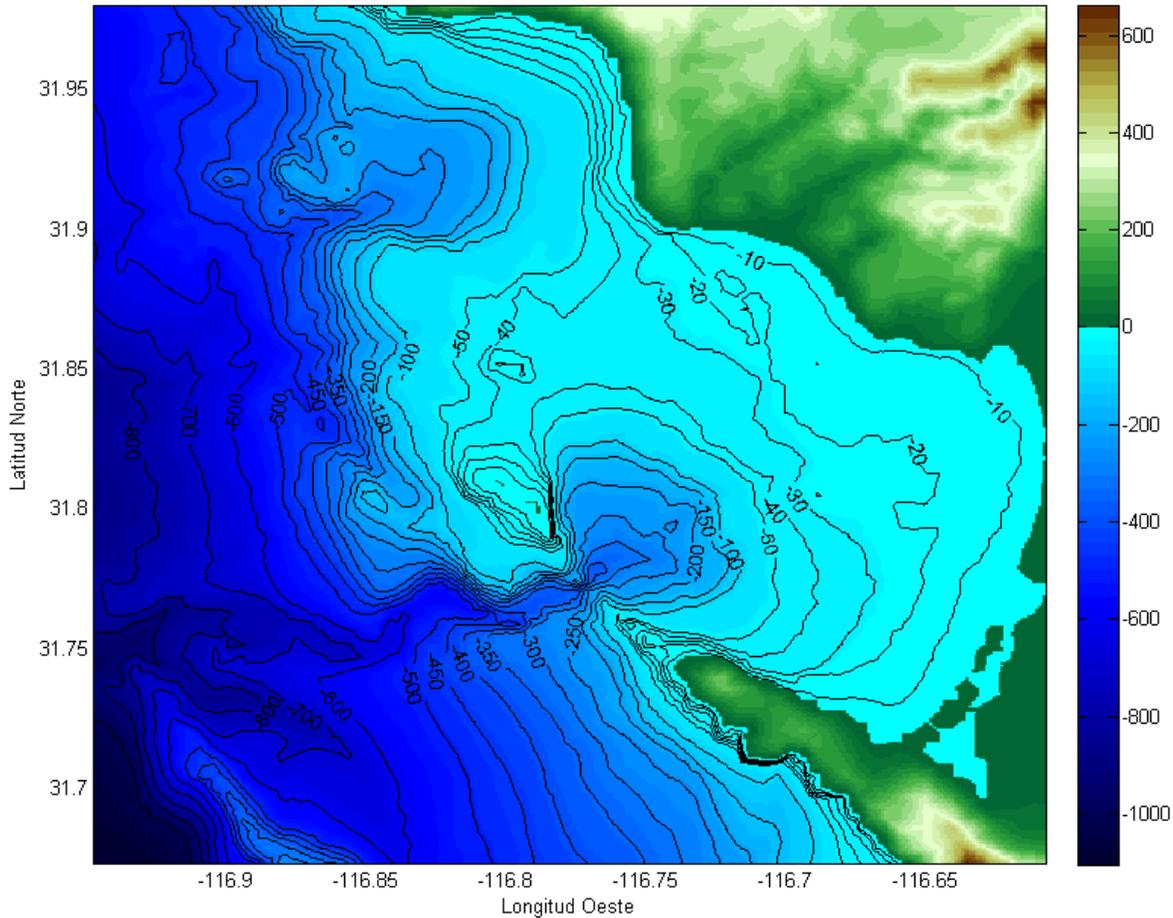


Figura 24. Batimetría de la Bahía de Todos Santos

Batimetría de la zona del proyecto

Para caracterizar la configuración del fondo marino en la zona del proyecto, se realizaron dos campañas de medición, una para caracterizar la zona marina alrededor del puerto de El Sauzal y una más detallada al interior del puerto y en la zona del proyecto.

Para la batimetría de la zona marina alrededor del puerto se realizaron los trabajos de campo los días 23 y 24 de noviembre. Los trabajos de campo consistieron en la toma de datos hidrográficos cubriendo una superficie de 704 hectáreas. La estrategia de muestreo consistió en recorrer toda la superficie de interés con transectos aproximadamente cada 137 m. Sobre cada transecto se realizó la toma de datos batimétricos con una ecosonda de alta precisión con haz simple. Con esta estrategia, se recabaron 73,210 puntos batimétricos, que sirvieron como base para el proceso de interpolación. La retícula sobre la que se realizó la interpolación consta de 23,187 de nodos que forman celdas de 16.3 x 18.9 m dentro del polígono de interés. En la Figura 25 se presenta el plano batimétrico generado con las profundidades representadas en una escala cromática y con isóbatas a cada 2 metros.

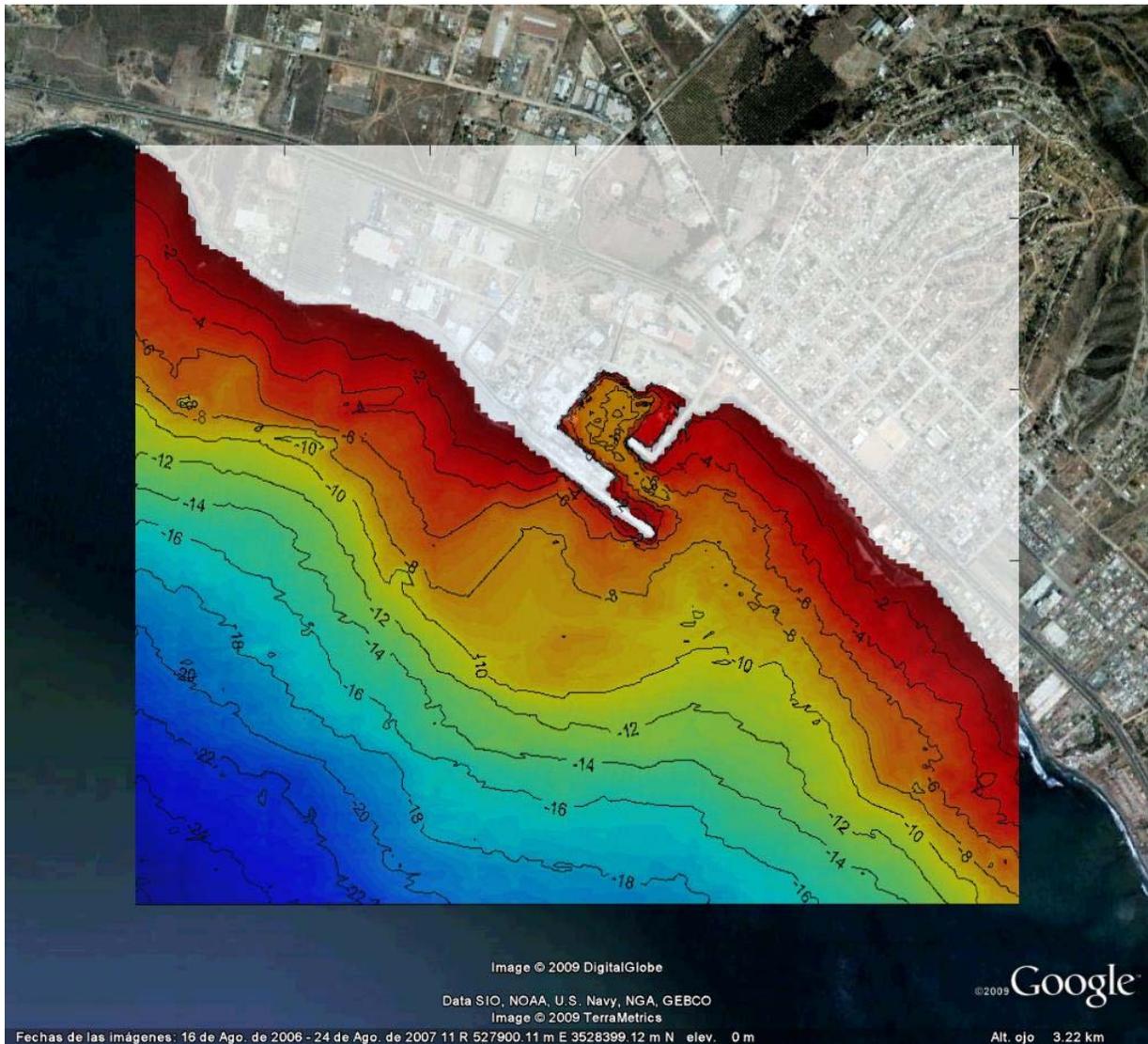


Figura 25. Batimetría de la zona marina alrededor del puerto de El Sauzal

En el caso de la batimetría detallada al interior del puerto y en la zona del proyecto, los trabajos de campo se realizaron los días 21 y 23 de octubre de 2009. Estos consistieron en la toma de datos hidrográficos cubriendo una superficie de 89.14 hectáreas. La estrategia de muestreo consistió en recorrer toda la superficie de la rada portuaria, canal de navegación y el área adyacente, con transectos aproximadamente cada 10 m. Sobre cada transecto se realizó la toma de datos batimétricos con una ecosonda de alta precisión con haz simple. Con esta estrategia, se recabaron 111,884 puntos batimétricos, que sirvieron como base para el proceso de interpolación. La retícula sobre la que se realizó la interpolación consta de 1'000,000 de nodos que forman celdas de 1.85 x 1.93 m dentro del polígono de interés. En la Figura 26 se presenta el plano batimétrico generado con las profundidades

representadas en una escala cromática y con isóbatas a cada metro. En el Anexo VII se presenta un reporte detallado de los trabajos de batimetría antes descritos.

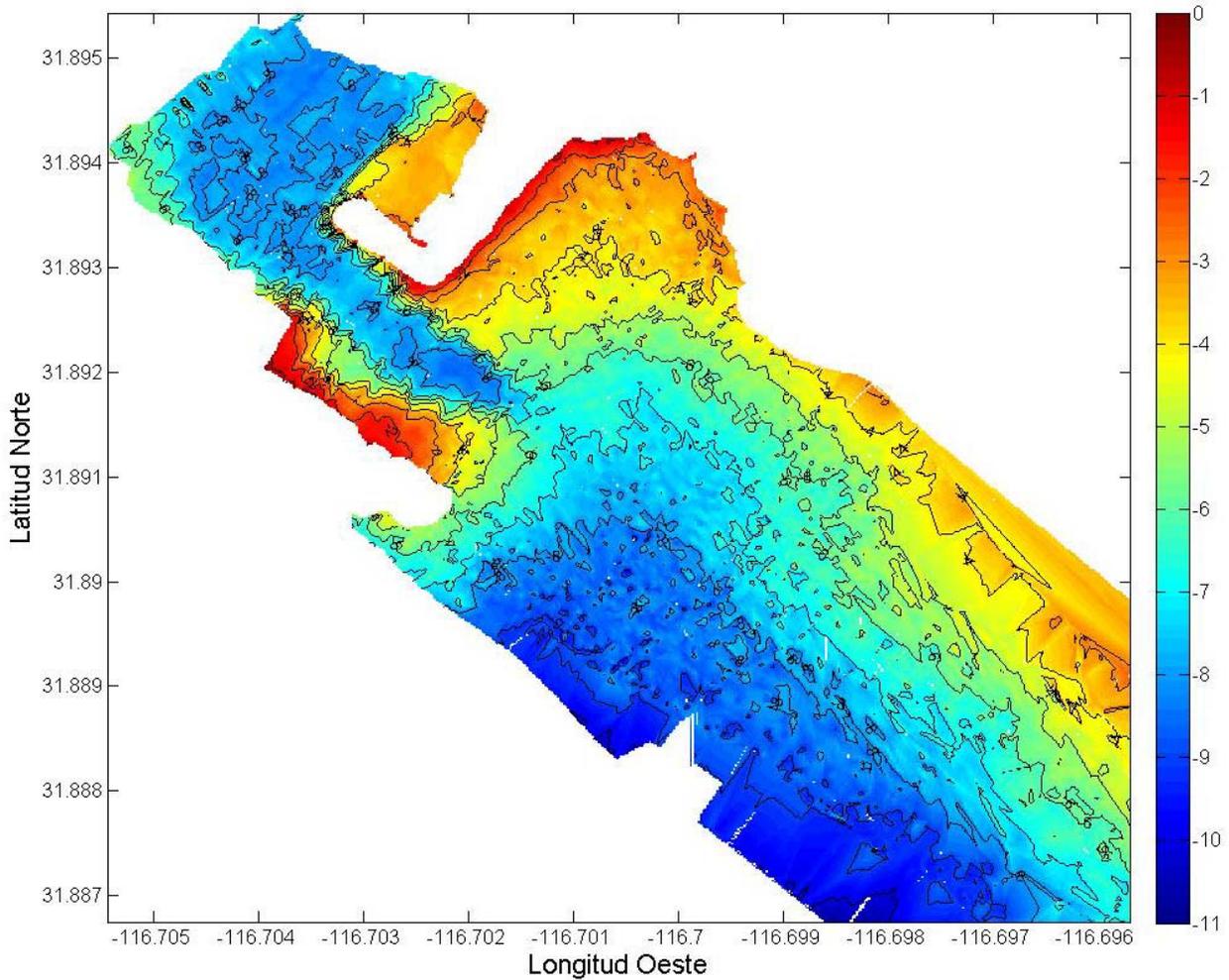


Figura 26. Batimetría detallada al interior del puerto y en la zona del proyecto

Corrientes y Circulación Costera

Los patrones de corrientes y circulación costera en el SAR están determinados por diversos factores como son el Sistema de Corrientes de California (SCC), viento local, la marea, el oleaje y la batimetría. La importancia de cada factor depende de la escala en la que se analice la circulación costera. A continuación se describen los patrones de corrientes y circulación costera en las tres escalas determinadas por la Cuenca del Sur de California, la Bahía de Todos Santos y el puerto El Sauzal.

La Cuenca del Sur de California se encuentra bajo la influencia del SCC. Este, está conformado por cuatro regiones (I, II, III y IV) con distintas características oceanográficas (vientos dominantes, morfología costera, eventos de surgencia, aportes de agua dulce, procesos advectivos de larga escala).

El área de estudio se ubica en la región III denominada "Cuenca del Sur de California" (CSC), la cual se encuentra limitada al Norte con Punta Concepción, California (Latitud 35° Norte) y hacia el Sur con Punta Baja, Baja California (Latitud 30° Norte) (U.S. GLOBEC, 1994).

La circulación del SCC es inducida principalmente por el régimen de vientos y se identifican tres corrientes principales: la Corriente Superficial de California, la cual proviene de la masa de agua del subártico en dirección hacia el Sur, la Corriente de California, la cual se manifiesta de forma superficial durante los meses de Octubre a Febrero cerca de la costa en dirección Norte, y la Corriente Subsuperficial de California, la cual presenta un flujo neto hacia el Norte. Estas dos últimas corrientes provienen del sistema del Pacífico Ecuatorial (U.S. GLOBEC, 1994).

El SCC presenta una variación estacional al circular con dirección hacia el Sur en primavera y verano; en tanto que en otoño e invierno la dirección del flujo cerca de la costa es hacia el Norte. Respecto a la variación interanual, el SCC es influenciado por la fase cálida del ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), provocando que la dirección de las corrientes sea hacia el Norte, con una profundización de la termoclina y un aumento en la temperatura. Además de la variación oceanográfica, se presentan cambios en los patrones de la presión atmosférica y de los vientos (U.S. GLOBEC, 1994; Miller *et al.* 1999).

La dinámica costera en la Bahía de Todos Santos (BTS) está altamente influenciada por el viento local (Durazo-Arvizu y Álvarez-Sánchez, 1988; Álvarez-Sánchez *et al.*, 1988; Argote *et al.*, 1991; Mateos *et al.*, 2009) y el Sistema de Corrientes de California (Mateos *et al.*, 2009).

En verano, la circulación está caracterizada por dos sistemas, uno al Oeste de la BTS con un fuerte flujo hacia el sur que entra a la bahía pero que está limitado por la isóbata de ~35 m y el otro en el resto de la BTS. La circulación en el Este oscila entre dos configuraciones espaciales o modos: La primer configuración (modo A) dura de dos a tres días y consiste de un giro anticiclónico grande y un giro ciclónico pequeño frente al puerto de Ensenada. La segunda configuración (modo B) dura de tres a cuatro días y se manifiesta cuando el giro anticiclónico grande se divide en dos giros: uno anticiclónico al Norte y otro ciclónico al Sur, limitando al pequeño giro ciclónico original al Norte de la BTS e invirtiendo su circulación. En la Figura 27 se muestran los dos modos de circulación en el Este de la BTS. Dichas condiciones son consecuencia de las oscilaciones en el transporte del flujo hacia el Sur en la frontera Noroeste. El modo B aparece cuando el flujo hacia adentro es más intenso. La transición entre estos dos modos toma lugar en sólo uno o dos días. Se ha encontrado que el modo B es dominante porque tiene corrientes más fuertes y dura más tiempo (Mateos *et al.*, 2009).

Con vientos de invierno (direcciones Sur y Sureste) y vientos de Santana (dirección Este) la circulación es opuesta a la de verano, con flujos hacia el Norte en las regiones cercanas a Punta San Miguel

(Norte de la BTS) y flujos hacia el sur en las regiones cercanas a Punta Banda (Sur de la BTS). La divergencia de dichos flujos ocurre en una región adyacente a la boca del Estero de Punta Banda (Argote et al., 1991).

La circulación en las inmediaciones del puerto El Sauzal está influenciada por las mareas, el viento local y el oleaje. Durante condiciones de marea descendente se observó que la corriente tiene una dirección predominante hacia el Sureste con velocidad máxima en la zona del canal de navegación del puerto alcanzando magnitudes de hasta 0.2 m/s. Por otro lado, bajo condiciones de marea ascendente se observó que la dirección predominante de corriente es con dirección Sureste (paralelo al rompeolas) y que la corriente gira en la cabeza del rompeolas dirigiéndose hacia la rada portuaria. Bajo estas condiciones de marea, las velocidades de corriente oscilaron entre 0.05 m/s y 0.25 m/s (Mejía-Trejo y Marván, 2009).

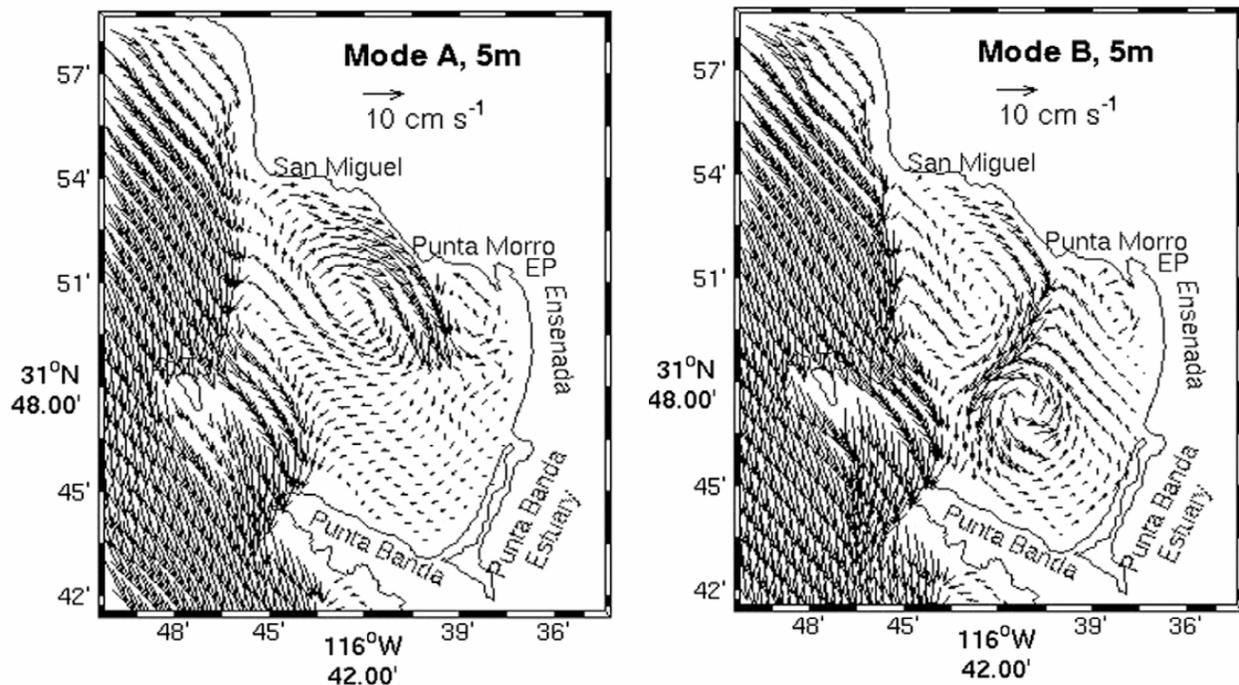


Figura 27. Campos de velocidad instantánea para el Modo A y el Modo B a 5 m (Mateos et al., 2009)

Las corrientes generadas por el viento fueron predominantes en la zona del rompeolas. El efecto del viento genera corrientes superficiales que se propagan en la misma dirección que el viento y pueden llegar a tener una influencia uniforme en la columna de agua dependiendo de su intensidad y duración. Bajo condiciones de viento con intensidad de hasta 5 m/s y dirección hacia el Sureste se observó una tendencia de las corrientes a propagarse en dirección sureste y noreste con un flujo divergente en la

cabeza del rompeolas. Bajo las mismas condiciones de viento se registró un flujo paralelo al rompeolas alcanzando magnitudes de hasta 0.15 m/s (Mejía-Trejo y Marván, 2009).

Las corrientes generadas por el oleaje son predominantes en la zona de playa y espigón alcanzando velocidades de hasta 0.2 m/s. En esta zona se observó una tendencia de corrientes con dirección noroeste y una convergencia en la cabeza del rompeolas (Mejía-Trejo y Marván, 2009).

Eventos extremos de tormenta

En la región del Pacífico Norte los eventos extremos de tormenta por lo general se presentan durante los meses de invierno. Para dicha región se tiene identificada la presencia de eventos extremos en los años 1977/78 (González-Calvillo y Cupul-Magaña, 1986); 1980/81 (Martínez-Díaz de León *et al.*, 1989); 1982/83 (Martínez-Díaz de León *et al.*, 1989); y 1998/99 (Lizárraga-Arciniega *et al.*, 2003); siendo éste último uno de los eventos más catastróficos, ya que se presentó bajo condiciones de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés).

Durante el periodo de 1975 a 1985 se presentó una secuencia de tormentas: enero y febrero de 1978; enero de 1981; enero, febrero y marzo de 1984; y diciembre, enero y febrero de 1985-86, las cuales corresponden a los eventos más destructivos con duraciones de dos a tres semanas. De manera particular, la temporada invernal de 1977 y 1978 se caracterizó por la persistencia de tormentas con olas de gran energía, registrándose oleaje con alturas de 3 a 5 m en las costas del Sur de California y de más 10 m en las costas norte y central de California, lo que produjo daños en toda la costa oeste de EUA. De forma muy puntual, González-Calvillo y Cupul-Magaña (1986) encontraron que dicho evento provocó la erosión suscitada en Playas de Tijuana, Baja California durante el periodo 1975-1985.

En el caso particular de la BTS, en enero de 1983 y enero de 1988 se presentaron tormentas aisladas con olas de alturas extremas, ocasionando graves desastres en la zona portuaria, así como en otras localidades a lo largo de la costa (Martínez-Díaz de León *et al.*, 1989). Durante el periodo de 1986 a 1989 el oleaje de mayor altura dentro de la BTS se presentó en invierno, alcanzando hasta 2.4 m de altura significativa, lo cual era de esperarse, puesto que es la época cuando se forman las tormentas extratropicales al noroeste del Pacífico Norte.

Durante el periodo de 1995 a 2003, sobresale la mayor duración en el arribo del oleaje de tormenta en los inviernos de 1995 y 1998, con olas de alturas medias de 2.5 y 3.1 m, respectivamente. En contraste, en los inviernos de 1996 a 2002 (excepto en 1998) las tormentas fueron de menor duración y produjeron olas con alturas medias de 2.3 a 2.7 m (Lizárraga-Arciniega *et al.*, 2007).

Oleaje

El oleaje que arriba a las costas occidentales de Baja California puede caracterizarse de acuerdo a su origen en oleaje proveniente del hemisferio Norte, oleaje proveniente del hemisferio Sur y oleaje local. (Appendini, 1998)

El oleaje proveniente del hemisferio Norte es el régimen predominante durante la temporada invernal (octubre-abril), es el tipo de oleaje con mayor altura; se origina por los vientos de tormentas en el Golfo de Alaska, por los vientos de tormentas en el Pacífico Central (Hawai) desplazándose a latitudes medias y por los vientos dominantes del Pacífico Nororiental. En el otoño se presenta también el oleaje de los ciclones tropicales generados en el Pacífico Mexicano. Este oleaje arriba desde una banda de direcciones centrada en la dirección Oeste (Appendini, 1998). En particular, en la Bahía de Todos Santos el oleaje con mayor altura se ha observado en los meses de diciembre a marzo (Martínez-Díaz-de-León *et al.*, 1989) presentando alturas significantes máximas de 2.4 m, altura de ola de diseño de 3.74 m para un periodo de retorno de 50 años, y 3.97 m para un periodo de retorno de 100 años (Martínez-Díaz-de-León y Coria-Méndez, 1993). Durante invierno de 2001-2002 se observó en Punta Morro, a 4.5 km al sur del puerto El Sauzal, una altura significativa (Hs) mínima de 0.2 m, Hs promedio de 0.71 m y Hs máxima de 1.55 m con una desviación estándar de 0.27 m. Durante el mismo periodo de mediciones se observó un periodo de cresta promedio (Tc) mínimo de 1.9 seg, Tc promedio de 3.1 seg y Tc máximo de 4.7 seg con una desviación estándar de 0.51 seg (Martínez-Díaz-de-León, 2004).

El oleaje proveniente del hemisferio Sur se genera por las tormentas del Pacífico del Sur y del Océano Índico. La gran distancia que recorre este oleaje antes de llegar a la costa de Baja California tiene dos efectos notables: a) Presenta los periodos más largos y definidos por efecto de la dispersión de frecuencia ocurrida conforme el oleaje viaja; b) Su altura se ve disminuida por la atenuación de energía. Al llegar a Baja California se registra como oleaje del Sur al Sur-Sureste (Appendini, 1998). En la Bahía de Todos Santos se ha observado el oleaje de menor energía en la época de verano (Martínez-Díaz-de-León *et al.*, 1989) con alturas significantes de 0.2 m, altura de ola de diseño de 1.85 m para un periodo de retorno de 50 años, y 1.96 m para un periodo de retorno de 100 años (Martínez-Díaz-de-León y Coria-Méndez, 1993).

El oleaje local se genera por los fenómenos meteorológicos que ocurren cerca de la costa y por los eventos intensos de brisas locales. Este oleaje tiene un periodo corto y su altura variable, aunque en general es pequeña. No presenta una dirección preferencial (Appendini, 1998).

La Bahía de Todos Santos presenta una difracción intensa del oleaje en la región somera que se encuentra entre las Islas de Todos Santos y Punta San Miguel. Los principales rasgos batimétricos que modifican la trayectoria de las ortogonales en esta zona son: El Bajo de San Miguel y el Bajo de Punta

El Sauzal (Ulloa, 1989). Frente a Punta El Sauzal se encuentra una isóbata de forma circular que junto con la irregularidad del contorno batimétrico de 10 m cambia la dirección de las ortogonales hacia la costa. La altura de la ola significativa promedio anual es de 1.30 m con un período significativo de 8 seg y dirección de oleaje reinante del noroeste (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 1999).

Para caracterizar adecuadamente el oleaje, es conveniente contar con los datos correspondientes al mayor periodo posible. Esta caracterización de “largo plazo” es comúnmente conocida como climatología del oleaje, ya que pretende describir las tendencias estadísticas del oleaje durante un periodo largo. La climatología del oleaje (periodo, altura y dirección) se empleó para identificar los regímenes de oleaje típicos de esta región, el de primavera-verano y otoño-invierno.

Los datos de oleaje empleados para generar la climatología del oleaje de aguas profundas se obtuvieron del Atlas de Oleaje Oceánico Mexicano (ATLOOM) elaborado en 2004 por la División de Ingeniería de Puerto y Costas del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), el cual es un órgano desconcentrado de la SCT. Utilizando el modelo numérico WAM (Wave Model) sobre una malla de 181 x 141 puntos, con resolución espacial de 1°, se generaron los espectros direccionales del oleaje en 23 lugares de aguas profundas del Golfo de México y el Mar Caribe, y 38 en el Océano Pacífico, así como las series de tiempo con los principales parámetros estadísticos del oleaje: altura significativa, periodo medio, frecuencia pico y dirección media, para cada uno de estos sitios. Las series de tiempo contienen datos a cada hora para el periodo comprendido del 1 de enero de 1958 al 31 de diciembre de 2001. Para obtener la climatología del oleaje en el área de estudio se analizaron los datos de altura significativa, periodo medio y dirección media de la serie de tiempo elaborada por el IMT para el nodo “PAC01MX” localizado en los 32° de latitud norte y 117° de longitud oeste.

En la Figura 28 se puede observar que los valores más grandes de altura significativa (Hs) ocurrieron en los meses de diciembre a abril, los cuales corresponden a la época de invierno y principios de primavera. Las alturas mínimas se presentaron de julio a mediados de septiembre, lo que corresponde a la época de verano. Las épocas de otoño y primavera pueden considerarse como épocas de transición, ya que en la primera se incrementan los valores de Hs, alcanzando su máximo en invierno, mientras que en primavera los valores de Hs disminuyen, alcanzando su mínimo en verano. El máximo valor de Hs fue de 2.03 m con un periodo de 6.94 seg y una dirección de 91.26 grados y se presentó a principios de marzo. El valor mínimo de Hs fue de 1.31 m con un periodo de 5.92 seg y una dirección de 57.59 grados y se presentó a mediados de agosto.

Los periodos se encuentran en un intervalo que va aproximadamente de 5.7 a 8.2 segundos. El oleaje de mayor periodo se presenta en invierno mientras que el de menor periodo ocurre principalmente en verano (Figura 29).

La Figura 30 muestra que desde mediados de noviembre hasta finales de enero el oleaje en el nodo PAC01MX de 1958 a 2001 tuvo una dirección Sureste, es decir, el oleaje que arribó al nodo desde finales de otoño hasta mediados de invierno se generó en el Noroeste. Mientras que de principios de febrero a mediados de noviembre el oleaje en el nodo tuvo una dirección Noreste, es decir, el oleaje que llegó al nodo PAC01MX el resto del año se generó al Suroeste. Lo anterior concuerda con el régimen estacional del oleaje descrito para la BTS.

La Tabla XXXI muestra que las olas más frecuentes en el nodo PAC01MX de 1958 a 2001 presentan alturas entre 1.2 m y 1.53 m con un periodo entre 5.5 seg y 6.5 seg. En la Tabla XXXII se observa que las olas de mayor altura se originaron con mayor frecuencia en el Noreste, las olas de menor altura provienen con mayor frecuencia del Sureste y las olas con la altura más frecuente se aproximan principalmente desde el Este-Sureste. El intervalo de clase con mayor ocurrencia de olas en la Tabla XXXIII es el de periodo de 5.5 seg a 6.5 seg y dirección de 50° a 66.67°.

A partir de la caracterización del oleaje de aguas profundas que arriba a la Bahía Todos Santos, se utilizaron modelos computacionales para simular la propagación de este oleaje hacia la zona costera de la Bahía. En los siguientes apartados, se presentan los resultados de dicha modelaciones.

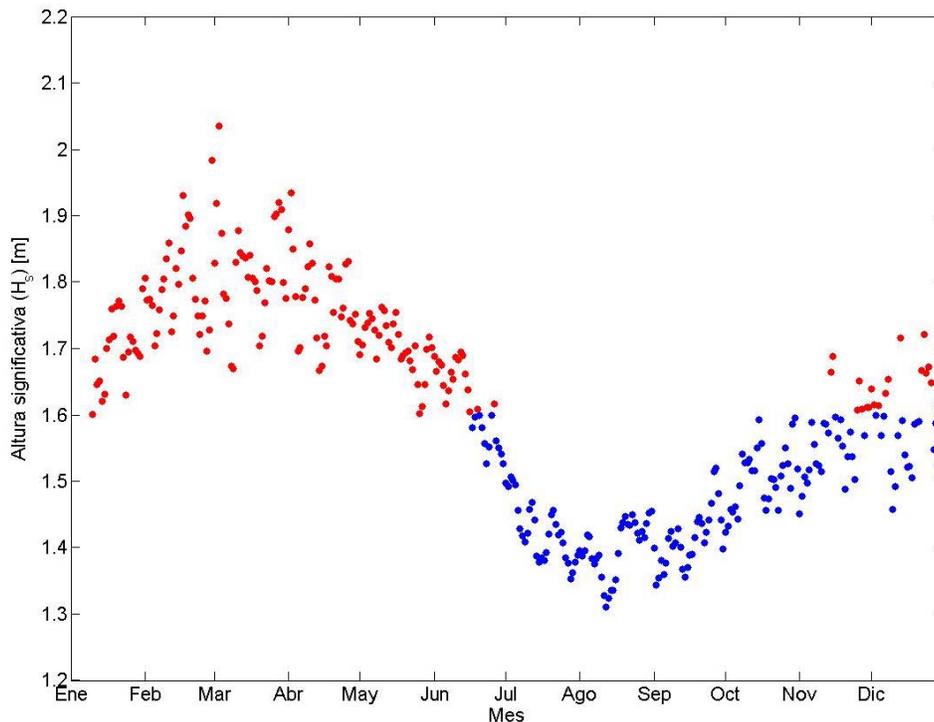


Figura 28. Altura significante promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX

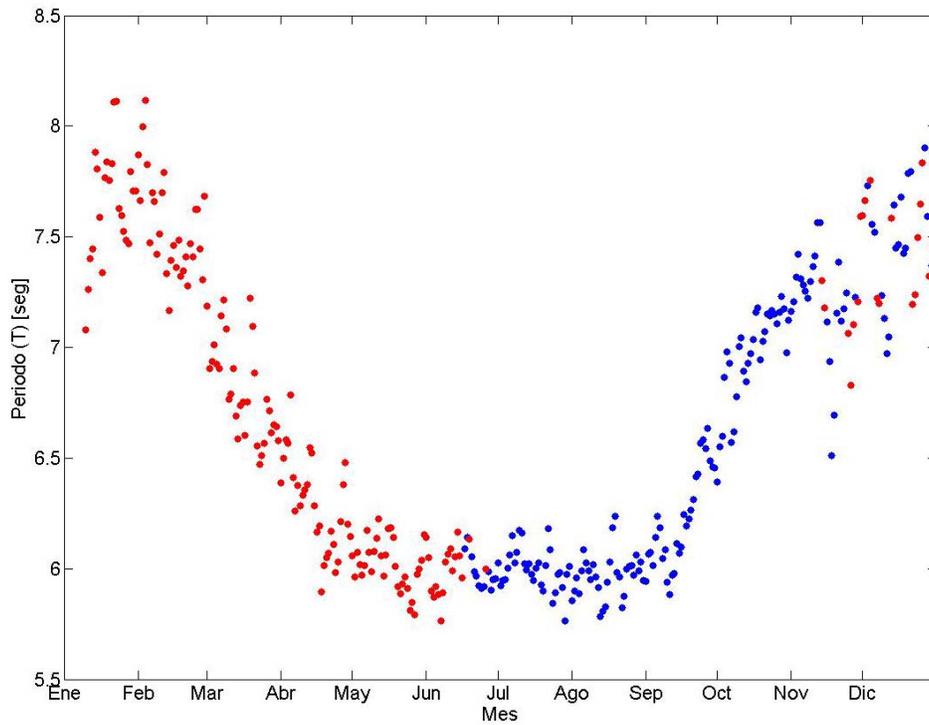


Figura 29. Periodo promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX

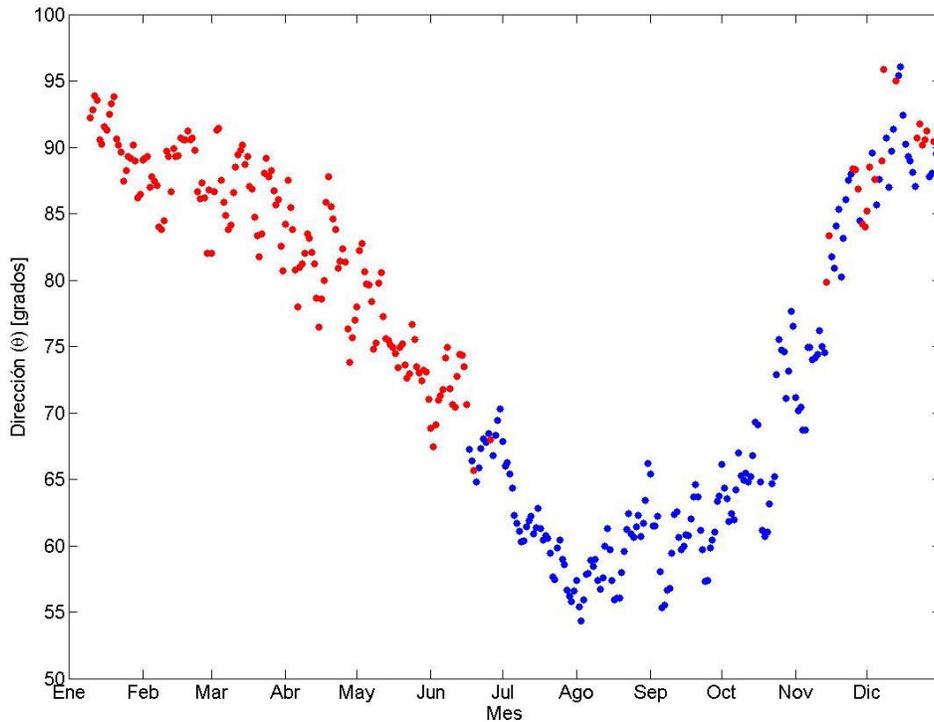


Figura 30. Dirección promedio del oleaje del 01/01/1958 al 31/12/2001 para el nodo PAC01MX

Tabla XXXI. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de periodo y altura del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/01)

Altura [Hs] (m)	Periodo (T) [seg]					Suma
	0 – 5.5	5.5 – 6.5	6.5 – 7.5	7.5 – 8.5	> 8.5	
0-1.2	3.4 %	3.0 %	2.2 %	1.4 %	0.8 %	10.9 %
1.2-1.53	11.1 %	12.3 %	8.1 %	5.1 %	4.2 %	40.9 %
1.53-1.87	4.2 %	8.5 %	5.9 %	3.3 %	3.4 %	25.3 %
1.87-2.2	1.8 %	4.0 %	3.2 %	1.7 %	2.1 %	12.8 %
> 2.2	0.6 %	3.9 %	2.6 %	1.3 %	1.8 %	10.2 %
Suma	21.1 %	31.8 %	21.9 %	12.9 %	12.3 %	100%

Tabla XXXII. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de dirección y altura del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/21)

Altura [Hs] (m)	Dirección (θ) [grados]					Suma
	0 - 50	50 – 66.67	66.67 – 83.33	83.33 - 100	100 – 150	
0-1.2	1.9 %	3.5 %	3.54 %	1.6 %	0.4 %	10.9 %
1.2-1.53	6.6 %	10.9 %	11.3 %	9.3 %	2.7 %	40.8 %
1.53-1.87	3.5 %	5.2 %	6.1 %	7.1 %	3.2 %	25.2 %
1.87-2.2	1.2 %	1.8 %	2.7 %	4.4 %	2.7 %	12.7 %
> 2.2	0.4 %	0.8 %	1.6 %	3.5 %	3.8 %	10.2 %
Suma	13.6 %	22.2 %	25.0 %	26.0 %	12.8 %	99.7 %

Tabla XXXIII. Distribución de porcentaje de ocurrencia por clases de periodo y dirección del oleaje. Nodo PAC01MX (01/01/58-31/12/01)

Dirección (θ) [grados]	Periodo [T] (seg)					Suma
	0 – 5.5	5.5 – 6.5	6.5 – 7.5	7.5 – 8.5	> 8.5	
0 – 50	0.8 %	3.6 %	4.3 %	2.8 %	2.1 %	13.6 %
50 – 66.67	4.2 %	8.4 %	5.2 %	2.6 %	1.8 %	22.2 %
66.67 – 83.33	6.9 %	8.0 %	4.7 %	2.8 %	2.7 %	25.0 %
83.33 – 100	6.1 %	7.0 %	4.9 %	3.4 %	4.6 %	26.0 %
100 - 150	2.8 %	4.8 %	2.8 %	1.3 %	1.1 %	12.8 %
Suma	20.8 %	31.8 %	21.9 %	12.9 %	12.3 %	99.7 %

Campo de oleaje en la Bahía Todos Santos (modelo SWAN)

Para la simulación computacional del campo de oleaje y su evolución espacio-temporal en la Bahía Todos Santos se utilizó el modelo numérico SWAN (Simulating WAVes Near-shore) Cicle IV, versión 40.72ABCD (Booij, et al., 1999). El SWAN es modelo para aguas someras que incorpora la representación de los procesos que intervienen en el crecimiento y disipación del oleaje.

Para este trabajo, el modelo SWAN se utilizó en modo estacionario bidimensional y de tercera generación. Para lograr una buena representación del campo de oleaje, se discretizó el dominio de la

dirección en 45 bandas, lo cual equivale a 8 grados por banda. El dominio de frecuencia sobre el que se trabajó, fue de 1 a 30 segundos de período ($T=1/F$), que por definición es el intervalo de frecuencias del oleaje. Con base en la climatología del oleaje de aguas profundas, se generó el campo de oleaje de toda la Bahía Todos Santos para dos condiciones de oleaje: a) el oleaje de mayor altura promedio, que corresponde aproximadamente al oleaje de finales de invierno (principios de marzo) y cuya dirección dominante es hacia el Este; y b) el oleaje de menor altura promedio que corresponde aproximadamente al oleaje de verano (agosto) y cuya dirección dominante es hacia el Noreste. En la Figura 31 y la Figura 32 se presentan, respectivamente, estos campos de oleaje para la Bahía Todos Santos.

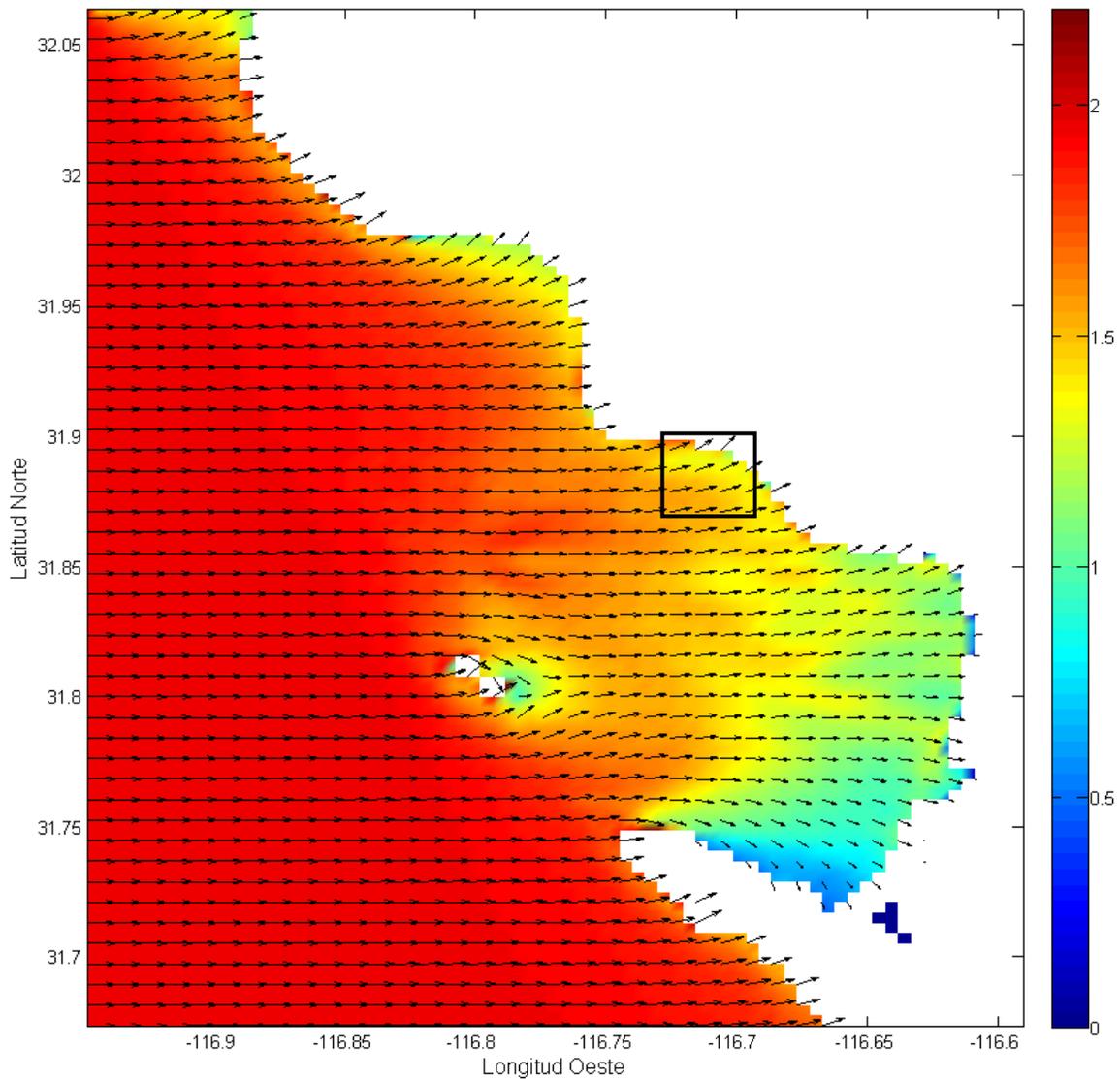


Figura 31. Campo de oleaje de la Bahía Todos Santos para la condición de oleaje de mayor altura

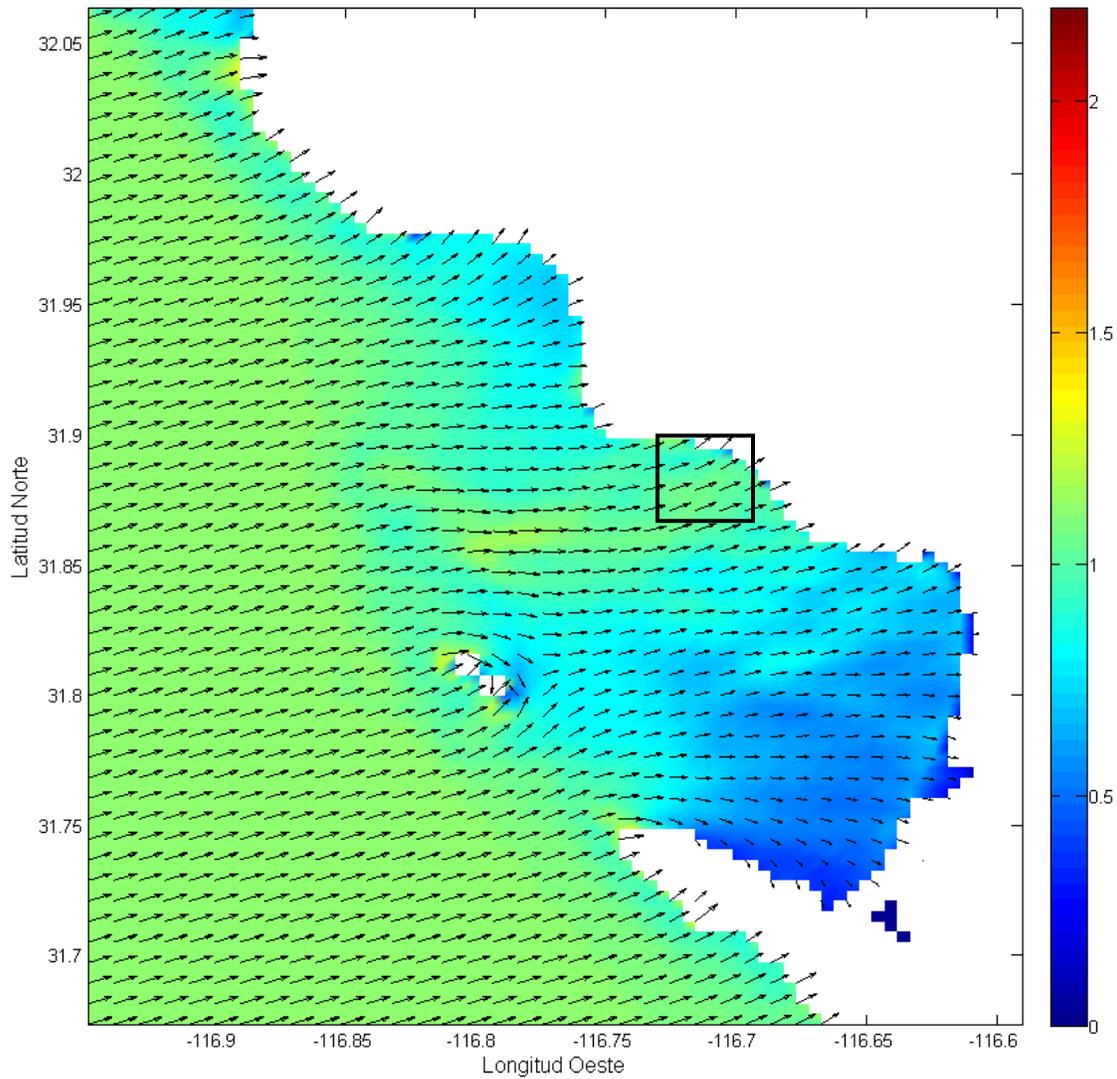


Figura 32. Campo de oleaje de la Bahía Todos Santos para la condición de oleaje de menor altura

Campo de oleaje en el sitio del proyecto (modelo REF/DIF)

Para la simulación computacional del campo de oleaje y su evolución espacio-temporal en la zona costera frente al puerto de El Sauzal se utilizó el modelo numérico REF/DIF versión 1.0 desarrollado por el Center for Applied Coastal Research de la University of Delaware (Kirby y Dalrymple, 1992), el cual es un modelo de estado estacionario basado en la solución por aproximación parabólica de la ecuación de pendiente suave. El modelo incluye refracción, difracción, condición de rompiente, disipación por fricción y algunos efectos no-lineales. Para el presente estudio, el REFDIF se utilizó como un modelo de ola monocromática.

Para cada uno de los campos de oleaje generados para la Bahía todos Santos y que representan las condiciones de oleaje de altura máxima y mínima promedio, se realizó la simulación computacional de la propagación del oleaje para la zona costera frente al puerto de El Sauzal, tomando como condiciones de frontera las características del oleaje que arriba a la frontera del recuadro marcado en la Figura 31 y en la Figura 32 que representa la malla computacional. Los campos de oleaje resultantes se presentan en la Figura 33 y la Figura 34. Como se observa en estas figuras, el puerto de El Sauzal crea una zona de calma con mínimas alturas para cualquier condición de oleaje. También para cualquier condición de oleaje se observa una zona al Norte del puerto en donde se mantienen condiciones de oleaje ligeramente más altas y que corresponde al sitio de surf conocido como “Tres emes”. Asimismo, se observa una zona al Sur del puerto que mantiene condiciones de oleaje ligeramente más altas y que corresponde al sitio de surf conocido como “Stacks”. Las direcciones predominantes observadas en ambos campos de oleaje guardan similitudes dado que a estas profundidades, los trenes de oleaje tienden a viajar de manera perpendicular a las isóbatas independientemente de su dirección original.

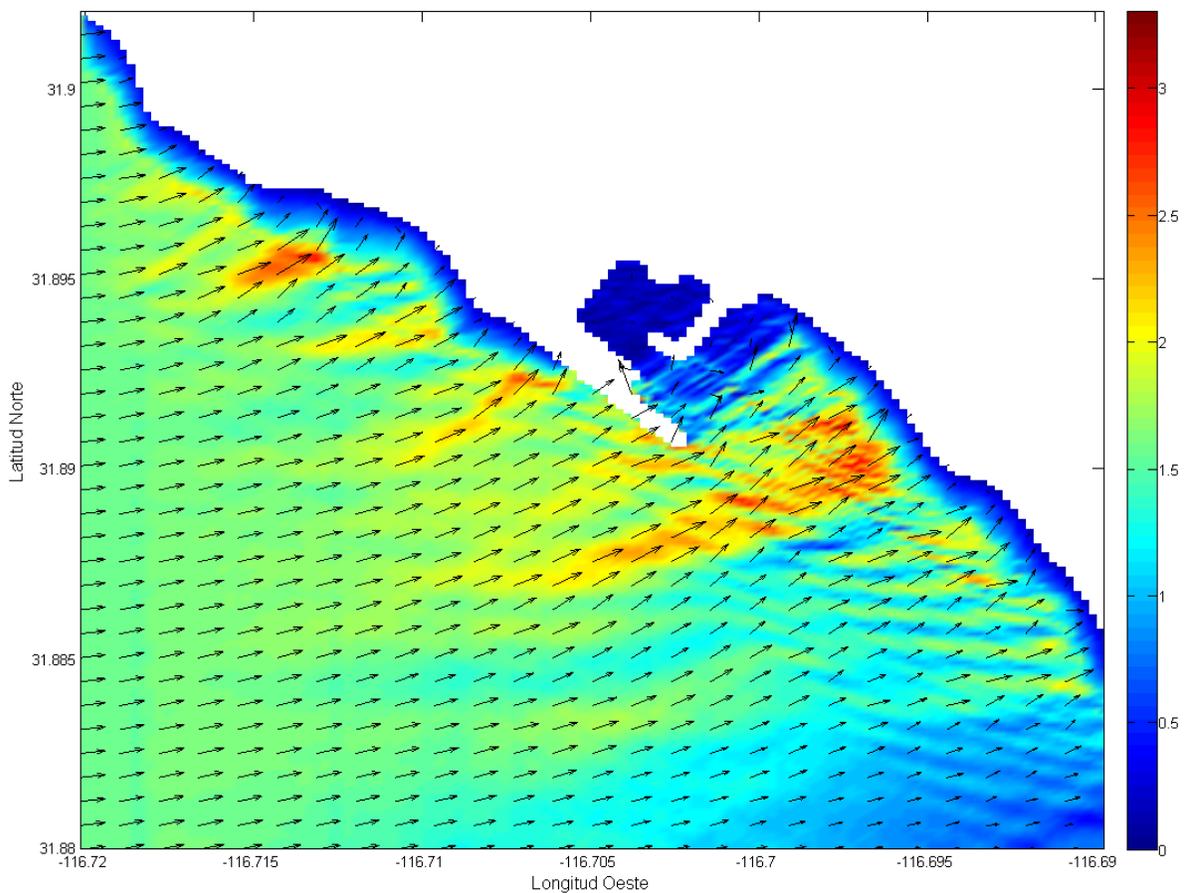


Figura 33. Campo de oleaje en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura

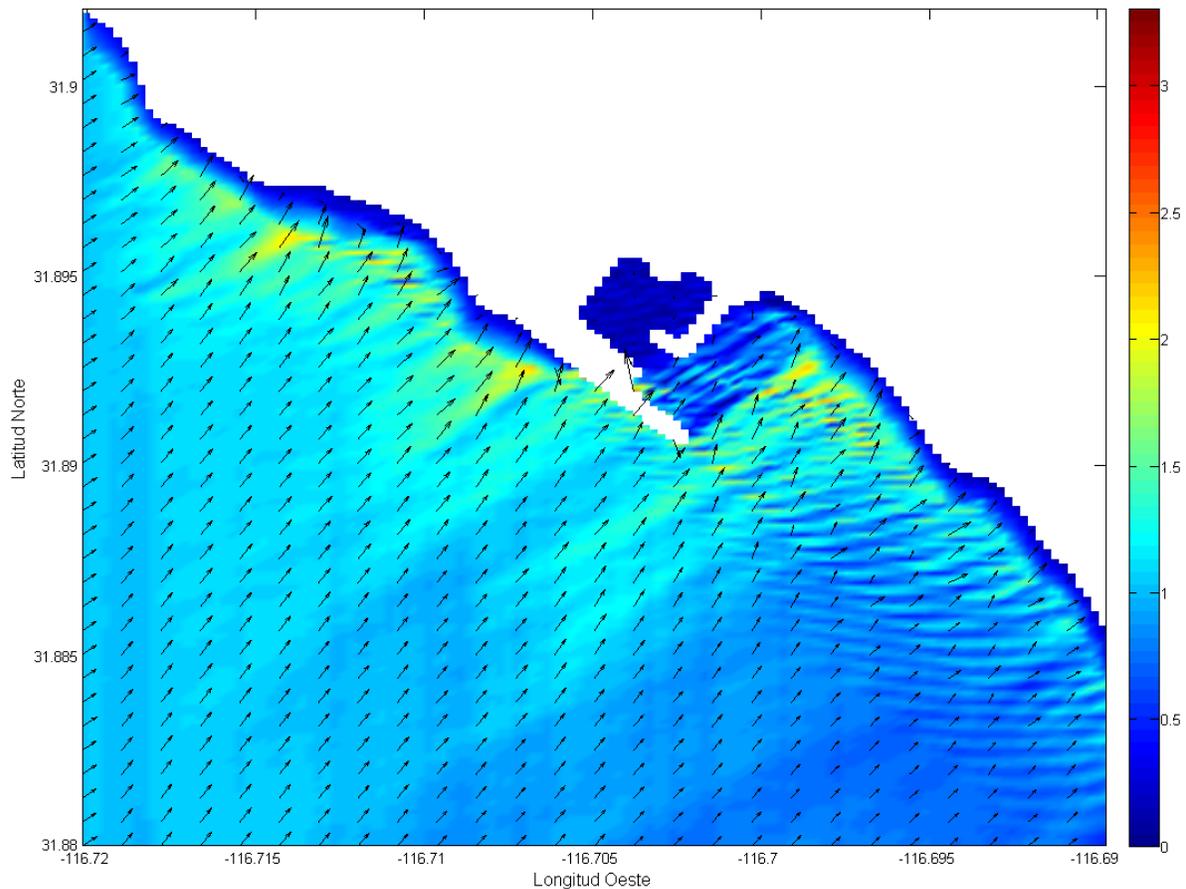


Figura 34. Campo de oleaje en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de menor altura

Mareas

Las mareas astronómicas se manifiestan como cambios periódicos en las elevaciones del nivel de la superficie de los grandes cuerpos de agua y son producto de las atracciones gravitatorias de la luna, el sol y (en mucho menor medida) el resto de los cuerpos celestes. La luna induce el mayor efecto en las mareas debido a su relativa cercanía a la tierra. El nivel del agua y su cambio respecto al tiempo debe ser medido en relación con una elevación específica o datum para que tenga significado físico. En ingeniería costera es práctica común usar como datum un plano de marea. Los planos de marea son parámetros estadísticos del nivel del mar. Algunos planos de marea comúnmente usados son:

- Pleamar máxima registrada (PMR): Pleamar de mayor altura registrada.
- Nivel de pleamar media superior (PMS): Promedio de la más alta de las pleamares de cada día.
- Nivel de pleamar media (PM): Promedio de todas las pleamares.
- Nivel medio de marea (NMM): Promedio de todas las mediciones.

- Nivel de bajamar media (BM): Promedio de todas las bajamares.
- Nivel de bajamar media inferior (BMI): Promedio de la más baja de las bajamares de cada día.
- Bajamar mínima registrada (BMR): Bajamar de menor altura registrada.

Los planos de marea para el puerto de Ensenada se muestran en la Tabla I.

Tabla XXXIV. Planos de marea reportados para Ensenada

	Plano de marea	Altura respecto BMI
PMR	Pleamar máxima registrada	2.309
PMS	Nivel de pleamar media superior	1.603
PM	Nivel de pleamar media	1.399
NMM	Nivel medio de marea	0.822
BM	Nivel de bajamar media	0.250
BMI	Nivel de bajamar media inferior	0.000
BMR	Bajamar mínima registrada	-0.587

Fuente: Bermúdez-Zavala, 1999.

Marea meteorológica

Las tormentas son perturbaciones atmosféricas caracterizadas por bajas presiones y vientos fuertes. Una marea meteorológica de tormenta (storm surge) representa la respuesta de la superficie del agua al esfuerzo cortante inducido por el viento y los campos de presión. Las mareas meteorológicas de tormenta pueden producir incrementos en el nivel del agua durante un corto periodo de tiempo. Las mareas meteorológicas de tormenta en la región Sur de California rara vez excede los 30 cm (Flick, 1998).

Procesos costeros

Los procesos costeros están determinados por la interacción de las características geomorfológicas de cada fracción de zona costera (incluida la batimetría) con el oleaje, los cambios del nivel del mar, las mareas y las corrientes. Para la descripción de estos procesos en el SAR en general y en la zona de influencia del proyecto en particular, es necesario analizar aspectos tales como las celdas litorales, el transporte de sedimentos, el balance sedimentario y los procesos de erosión/depositación.

Celdas litorales

En 1994, Cruz-Colín determinó cuatro celdas litorales para la Bahía Todos Santos utilizando como criterio principal las características geomorfológicas y que representan los tipos de procesos costeros. Adicionalmente a las celdas litorales dentro de la Bahía Todos Santos, el SAR comprende también la celda litoral que corresponde a Bahía Salsipuedes. De acuerdo con esto, el SAR incluye cinco celdas litorales (Figura 35):

- Celda Salsipuedes: Desde Punta Salsipuedes hasta Punta San Miguel.
Celda I: Desde Punta San Miguel hasta Punta Morro.
Celda II: Desde Punta Morro hasta el Puerto de Ensenada.
Celda III: Desde el espigón El Gallo hasta la boca del Estero de Punta Banda.
Celda IV: Desde la boca del Estero de Punta Banda hasta la punta de la península de Punta Banda.

La celda litoral Salsipuedes está limitada por la punta denominada Salsipuedes y se extiende por toda la bahía del mismo nombre hasta la punta conocida como San Miguel que marca el inicio de la primera celda litoral en Bahía Todos Santos. La celda Salsipuedes está conformada por acantilados de 5 a 30 metros de altura, con pendientes muy elevadas. Estos cantiles están constituidos por roca sedimentaria, principalmente arenisca y lutita.

Al pie de los cantiles se encuentran estrechas playas rocosas conformadas por cantos rodados de gran tamaño (entre 10 y 50 cm). En algunos tramos las playas desaparecen, quedando la base del cantil sujeta al embate directo del oleaje. Prácticamente no existen playas arenosas en la zona.

Algunos cantiles muestran evidencias de haber sufrido deslizamientos (Cruz-Castillo y Delgado-Argote, 2000) posiblemente a consecuencia de la erosión provocada por el oleaje marino y por los escurrimientos pluviales. Los aportes de sedimentos en esta celda provienen de los escurrimientos conocidos como Arroyo Pescadero I y Arroyo Pescadero II así como de la erosión de los cantiles.

La celda litoral I está delimitada por Punta San Miguel y Punta Morro y su principal fuente de sedimentos son el Arroyo San Miguel y los cantiles sedimentarios de San Miguel y El Sauzal. Este material es acarreado por la corriente litoral hasta Punta Morro y desviado mar adentro por la corriente de retorno presente en éste sitio. De acuerdo con Cruz-Colín (1994), los arroyos San Miguel y El Sauzal, que aportan sedimento a la celda I, erosionan rocas principalmente de granito, granodiorita y tonalita pero solamente durante la época de lluvia por lo que la fuente principal de sedimento el resto del año es la erosión de los cantiles. Actualmente el arroyo de El Sauzal no aporta sedimento a la celda I, por lo que el aporte de sedimentos podría ser significativamente menor, incrementando el factor erosivo en la zona al Sur del espigón del puerto de El Sauzal.

La celda litoral II está delimitada entre Punta Morro y el Puerto de Ensenada. Este último límite es un límite artificial ya que antes de la construcción del puerto, no había una división que evitara el flujo de sedimentos a las playas al centro de la Bahía Todos Santos y en un momento dado, es de suponerse que el arroyo Ensenada y sus tributarios aportaban sedimentos a toda la zona que actualmente cubren las celdas II y III. Dado que no hay escurrimientos importantes en la celda II, su principal fuente de sedimentos son los cantiles al Sur de Punta Morro.

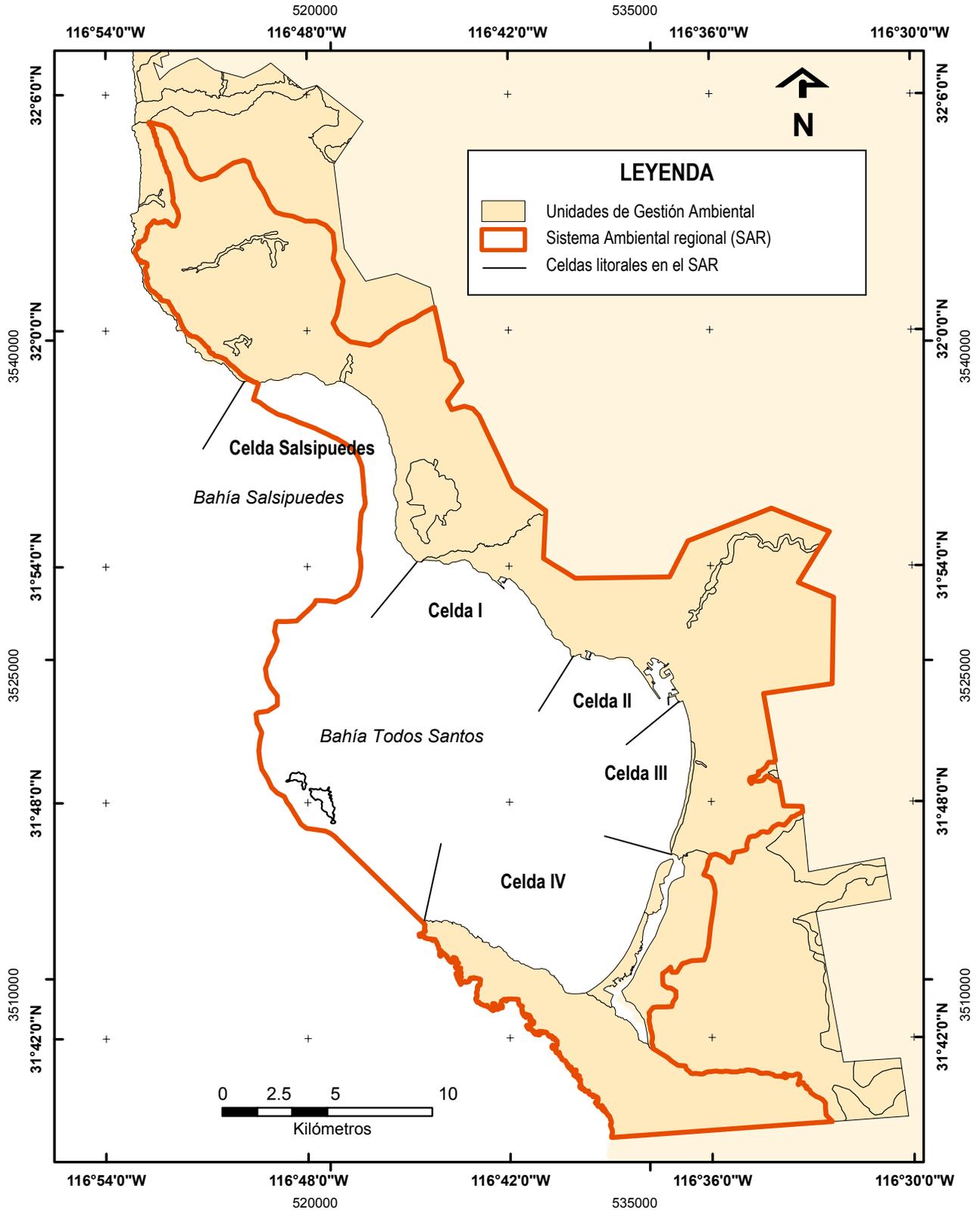


Figura 35. Celdas litorales dentro del SAR

La celda litoral III está delimitada por el puerto de Ensenada y la boca del Estero de Punta Banda. Antes de la construcción del puerto, esta zona formaba una sola celda junto con la actual celda litoral II. Los principales aportes de sedimentos a esta celda son el Arroyo El Gallo y la boca del Estero de Punta Banda. La celda está conformada por una franja de playas arenosas de aproximadamente 7.5 kilómetros de longitud. Las playas toman diferentes nombres como el de CONALEP, Cueva de los Tigres, Playa Hermosa, El Ciprés, Nueva España, Coronitas, Monalisa y El Faro. Esta franja costera consiste en una playa ancha con arena blanca y tamaño de grano medio (0.25 mm) bien clasificada. Está limitada en su parte posterior por dunas bajas, una meseta de pie de monte que corre hacia la base de las montañas de Ensenada, y la costa que abarca desde la boca del estero de Punta Banda a la base de las montañas (Secretaría de Marina, 1974). En la parte central de esta franja litoral existe sobre la parte posterior de la postplaya un campo de dunas, el cual decrece tanto hacia la parte Norte como hacia la boca del estero (Castillón-Álvarez, 1988). Las dunas y la playa presentan suelos de origen aluvial, de textura arenosa, sin rocas, salinos, pobres en materia orgánica, y cuya profundidad varía de 0.5 a 1.5 m (Martínez-Rocha, 1991).

La celda litoral IV está delimitada entre la boca del Estero de Punta Banda y la península de Punta Banda; sus fuentes principales de sedimentos son los cantiles ubicados entre Tres Hermanas y La Joya, y en menor cantidad la boca del Estero que exporta parte de los sedimentos que arriban a este cuerpo de agua de las cuencas Las Ánimas y San Carlos.

El proyecto propuesto se desarrollará en la celda litoral I y se estima que los impactos potenciales a los procesos costeros no excederán los límites de dicha celda. Por ello, se puso especial atención en la caracterización de la morfología y los procesos costeros de esta celda.

Los rasgos morfológicos que ponen en evidencia el efecto de los procesos costeros en esta celda son los cantiles y las playas. Para llevar a cabo la caracterización de estos rasgos, la celda se dividió en dos zonas: la ubicada al Norte del puerto con una longitud aproximada de 4 kilómetros y al Sur del puerto, con una longitud de 5 kilómetros.

Para la zona Norte de la celda I se observa la presencia de cantiles activos e inactivos, así como zonas de playa, tanto del tipo arenosa como de canto rodado (Figura 36).

En el segmento A1 - A2 de esta zona se puede observar la existencia de cantiles activos con playas de cantos rodados que tienen tamaños de entre 0.10 y 0.90 m lo cual es indicador de una alta energía. El segmento A2 - A3 presenta playas de cantos rodados sin cantiles, mientras que en el segmento A3 - A4 se presentan cantiles activos (Figura 37a). En el segmento A4 - A5 nuevamente se presentan playas de cantos rodados sin cantiles (Figura 37a y Figura 37b). Este segmento incluye la desembocadura del arroyo San Miguel. En el segmento A5 - A6, al Sur de playa San Miguel, existen cantiles inactivos, en

cuya base se observa la presencia de cantos rodados y de vegetación introducida que lo protege de la acción del oleaje (Figura 38a). El segmento A6 - A7 cuya longitud aproximada es de 800 metros presenta como rasgo morfológico la presencia de cantiles activos con playa rocosa y arenosa (en la Figura 38b se observa la parte Norte de este segmento). El segmento A7 - A8 corresponde a una playa arenosa de aproximadamente 500 metros de longitud que tiene como límite Sur el rompeolas principal del puerto (Figura 39).

La zona Sur de la celda I presenta cantiles activos e inactivos, así como estructuras de protección costera (muros). La Figura 40 muestra la distribución y clasificación de estos rasgos morfológicos a lo largo de esta zona que abarca del puerto de El Sauzal al Hotel Punta Morro. La misma figura, muestra también la cantidad de muros que han sido construidos a la fecha por particulares dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (aproximadamente 20 muros con características y dimensiones diversas).

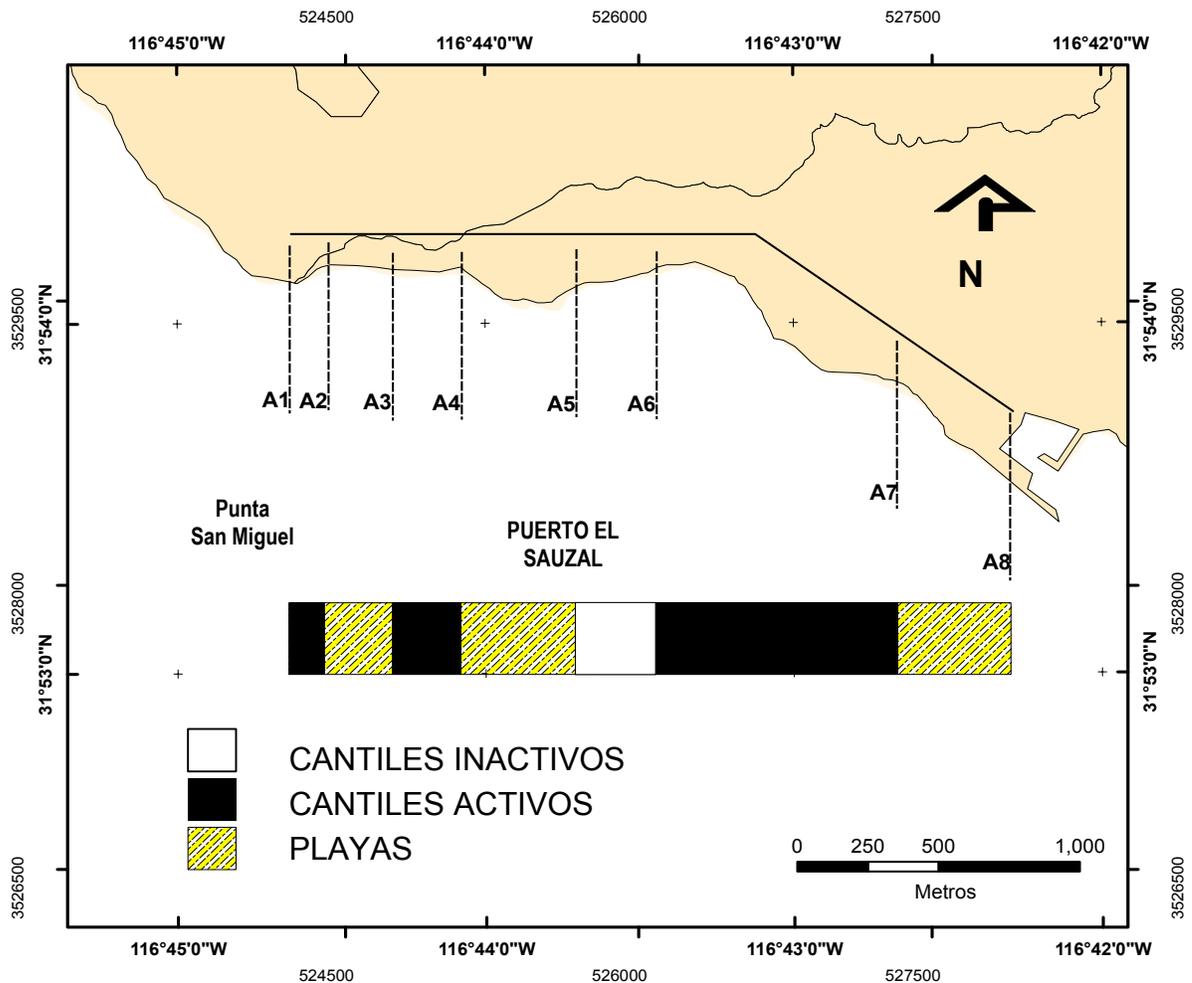


Figura 36. Distribución y clasificación de cantiles en la zona Norte de la celda litoral I

La zona Sur de esta celda fue dividida en 18 segmentos, de los cuales uno es cantil inactivo, 8 son cantiles activos y 9 segmentos presentan muros de protección. La altura promedio de los cantiles y de las obras de protección es de 4 m. con pendiente pronunciada (vertical). En casi todos los segmentos existe playa arenosa entre la zona intermareal y la base de los cantiles. En la Figura 41a se muestran los cantiles presentes en los segmentos C1 a C4. En dicha figura, se puede observar que aproximadamente la mitad de los cantiles presenta muros de protección. En la Figura 41b se pueden observar los cantiles entre los segmentos C4 a C6 en donde destaca la presencia de un muro de protección amplio. En la Figura 42a se muestran los cantiles entre los segmentos C6 a C9 con presencia intermitente de muros de protección. En la Figura 42b se muestran los segmentos entre los puntos C9 a C12 que casi no presentan muros de protección. En la Figura 44a se muestran los segmentos C14 a C15. En esta sección, se presenta un solo muro que cubre toda la extensión del cantil (Ex hotel "Puesta del Sol"). En el segmento C15 - C16 se presentan los cantiles con el mayor grado de erosión de toda la celda litoral I. En el centro de este segmento, la erosión ha dañado incluso la infraestructura vial (carretera transpeninsular) y se ha requerido llevar a cabo diversas reparaciones a lo largo de los últimos 10 años.

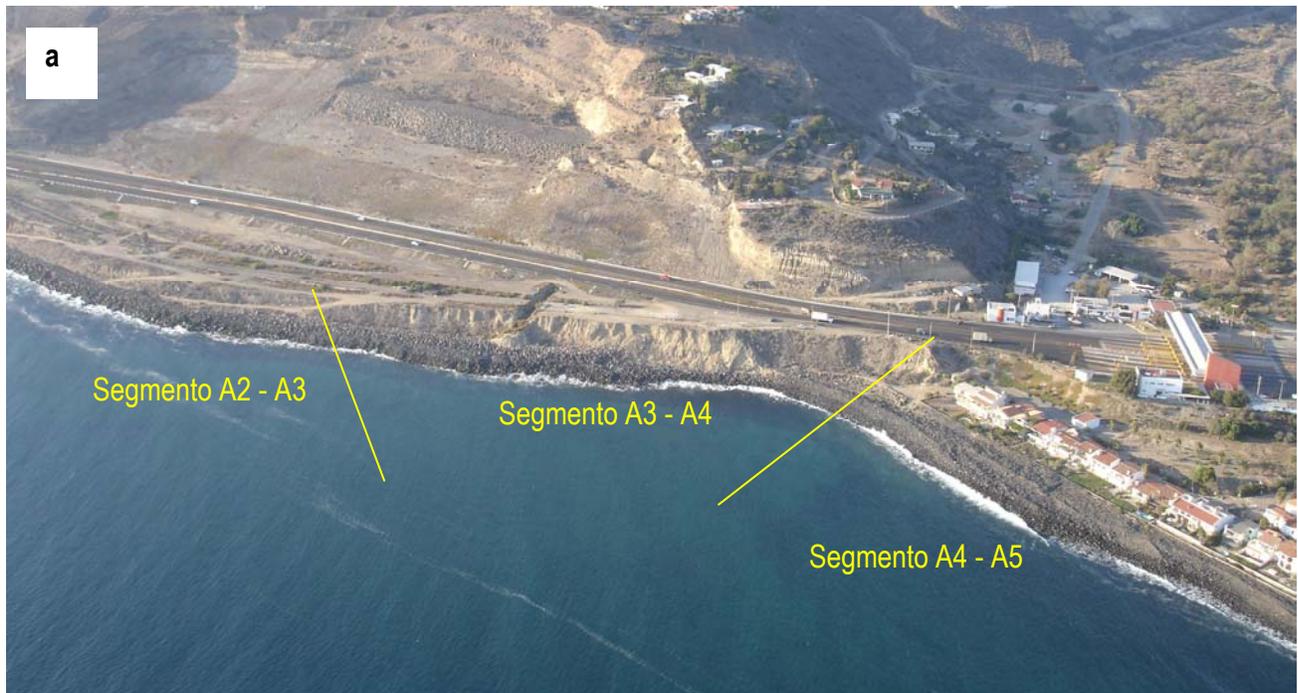


Figura 37. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (A2-A6)
a) cantiles activos del segmento A2-A5 y b) cantiles inactivos segmento A4 - A6



Figura 38. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (A5-A7)
a) cantiles inactivos con base de cantos rodados segmento A5 - A6 y b) cantiles activos
segmento A6 - A7



Figura 39. Rasgos morfológicos de la zona Norte de la celda litoral I (playa arenosa en el segmento A7 - A8)

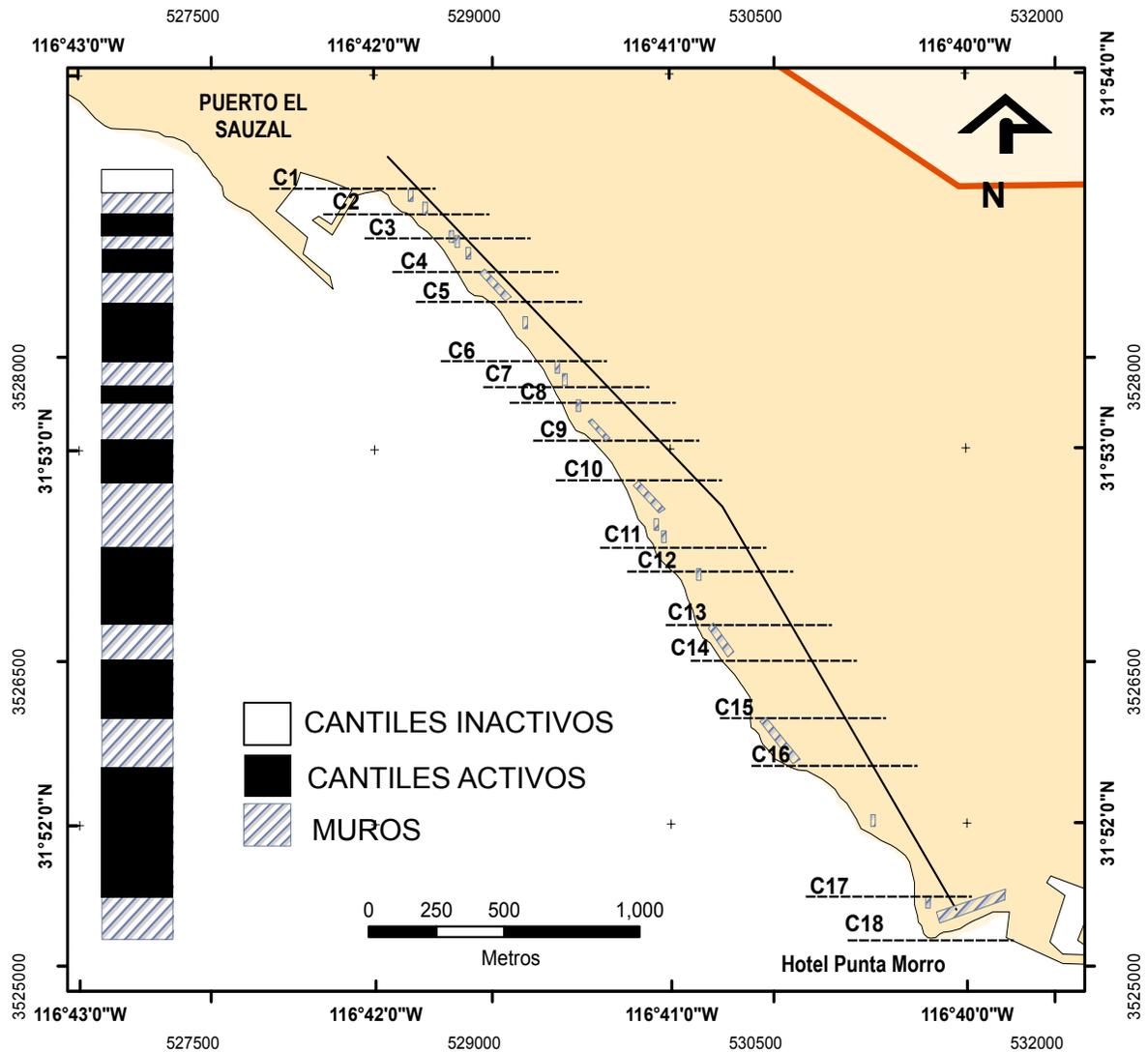


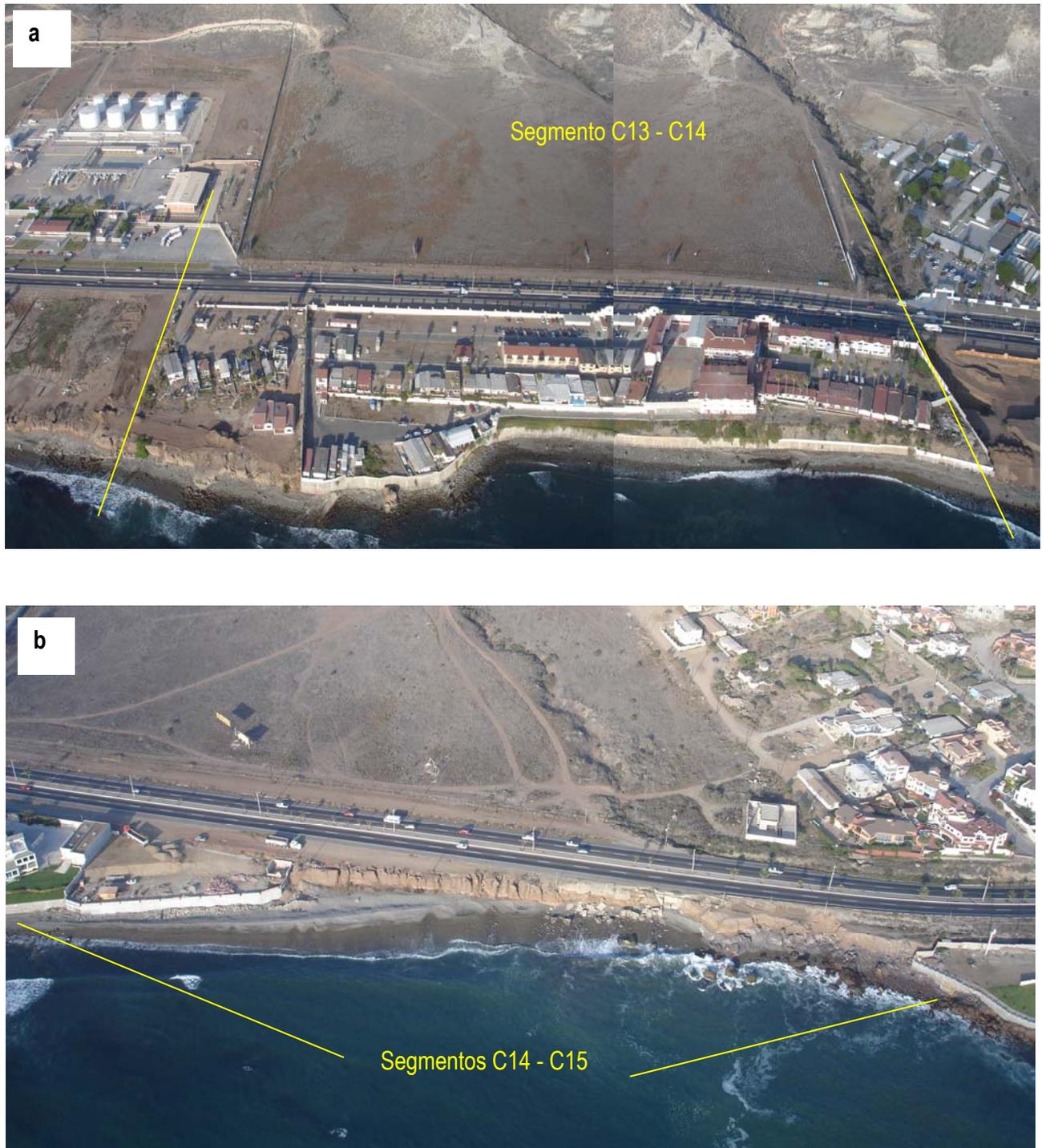
Figura 40. Distribución y clasificación de cantiles en la zona Sur de la celda litoral I



**Figura 41. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C4-C6)
a) cantiles activos y muros del segmento C1-C4 y b) playa rocosa y muro en el segmento C4-C6**



Figura 42. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C6-C12)
a) playa rocosa con muros en el segmento C6 - C9 y b) playa arenosa y cantiles activos en el
segmento C9 - C12



**Figura 43. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C13-C15)
a) playa arenosa y muros del segmento C13 - C14 y b) cantiles activos del segmento C14 - C15**



Figura 44. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I (C15-C17)
a) playa arenosa y cantiles activos en el segmento C15 - C16 y b) playa rocosa y muro en el segmento C16 - C17



Figura 45. Rasgos morfológicos de la zona Sur de la celda litoral I, playa arenosa y muro en el segmento C17 - C18

Transporte Litoral

El término transporte litoral, se utiliza de forma amplia para referirse a los movimientos de los sedimentos en la zona cercana a la línea de costa. En atención a la dirección del movimiento el transporte litoral se divide para su estudio en dos categorías generales: El transporte paralelo y el transporte perpendicular a la costa (CERC, 1984). De ellos, el transporte paralelo a la línea de costa es el más relevante en lo concerniente a los efectos a largo plazo ocasionados por la construcción de estructuras costeras.

Méndez-Arriaga (1982), Aranda Manteca (1983), Pérez-Higuera y Chee Barragán (1984) determinaron la dirección del transporte litoral predominante en la Bahía Todos Santos, encontrando para la región Norte de la bahía un transporte dominante en dirección Sur; en la zona central existe una circulación hacia el Norte; y en la región Sur de la bahía una dirección hacia la boca del estero de Punta Banda, coincidiendo para ésta última región con los resultados obtenidos por González-Ramírez (1985) y Jiménez-Pérez (1988). Además Lizárraga-Arciniega (1976), Torres-Navarrete (1991) y Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León (1991) encontraron que la dirección del transporte litoral en ésta

zona varía con el ángulo de arribo del oleaje estacional, siendo hacia el Sur durante primavera y otoño, y hacia el Norte durante el verano.

De acuerdo con Baca-Chacon (1981), Méndez-Arriaga (1982), Pérez-Higuera y Chee Barragán (1984), Arellano-Zepeda (1985) y Cruz-Colín (1994), el transporte litoral dentro de la celda litoral III es en dirección Sur-Norte. Sin embargo, a pesar de que ninguno de estos autores da información del valor del volumen de dicho transporte, si afirman que es muy fácil notar que existe una ganancia neta en la parte Norte de la celda litoral III, junto al espigón El Gallo durante el periodo que comprenden sus estudios.

Utilizando el método propuesto por Sunamura y Horikawa (1971), Pérez-Higuera y Chee Barragán (1984) determinaron que en la playa de la zona central de la Bahía Todos Santos (celda litoral III), las características del sedimento de playa indican una circulación hacia el Norte. Mientras que los sedimentos localizados atrás de la zona de rompiente indican una circulación hacia el Sur hasta la parte central de la playa, zona del Ciprés, y hacia el Norte desde la boca del Estero de Punta Banda hacia la parte central de la playa.

Aumada-Sempoal (1993) determinó las corrientes litorales inducidas por el oleaje en toda la Bahía Todos Santos. De acuerdo con este autor, las corrientes litorales se comportan de la siguiente manera:

Zona Noroeste

Al Noroeste de la Bahía Todos Santos se observa una divergencia a la altura de Punta Morro cuando el oleaje que arriba de 242° y una convergencia cuando el oleaje arriba desde 230° y 280° . En las proximidades del puerto del Sauzal el comportamiento es irregular en presencia de olas provenientes del Oeste, manteniéndose constante (hacia el Sur) con oleaje del Noroeste y Suroeste; e invirtiéndose hacia el Norte cuando el oleaje tiene una dirección desde 230° . La dirección Sur predomina en ambas estaciones del año, lo cual coincide con lo reportado en estudios precedentes (Aumada-Sempoal, 1993)

Zona Centro

El comportamiento de la corriente litoral hacia el centro de la Bahía Todos Santos es similar para condiciones de oleaje del Suroeste, Oeste y Noroeste de 290° . La dirección predominante es hacia el Norte aún cuando existen por lo menos dos divergencias localizadas aproximadamente 3 km al Norte de la boca del estero de Punta Banda y a 1 km al Sur del Puerto de Ensenada, esta última descrita por Baca-Chacón (1981) a la altura de Playa Hermosa.

Durante la incidencia de olas de 280° al Norte de la boca del Estero de Punta Banda continúa observándose una divergencia de la corriente, sin embargo, la dirección predominante es hacia el Sur. Este cambio de sentido posiblemente sea una respuesta a la dirección de incidencia del oleaje que arriba de 280° no observándose éste cuando de la misma área de generación llegan olas de 290° .

Los trabajos realizados por Baca-Chacón (1981), Méndez-Arriaga (1982), Aranda-Manteca (1983), Pérez-Higuera y Chee-Barragán (1984) y Castellón-Álvarez (1988) indican que en la zona centro de la Bahía Todos Santos la corriente litoral es en dirección Norte predominantemente. Ahumada-Sempoal (1993) indica lo contrario, particularmente cuando el oleaje proviene de 280° que corresponde al oleaje más frecuente. Sin embargo es preciso considerar que este último autor no consideró las olas de corto periodo que podrían provocar fuertes corrientes litorales.

Zona Sureste

El trabajo de Ahumada Sempoal (1993) no presenta información para las olas del Suroeste y del Oeste en el área comprendida entre la boca y la base de la barra del Estero de Punta Banda. Sin embargo, menciona que hay registros de corrientímetros con mediciones de 60 cm/s en dirección Norte predominantemente.

Con olas del Noroeste, la corriente paralela a la boca del Estero de Punta Banda es predominantemente en dirección Norte. La dirección de estas corrientes coincide entre otros con los trabajos de otros autores como Aranda-Manteca (1983), González-Ramírez (1985), Blanco-Betancourt (1987), Jiménez-Pérez (1988), Torres-Navarrete (1991), y Torres y Martínez (1993).

Este autor indica que el comportamiento estacional de la corriente a lo largo de la costa parece estar regido en primera instancia por las características propias de cada tren de olas que al ingresar a la Bahía Todos Santos con distinta dirección y periodo se refractan de manera diferente. Como consecuencia de este efecto, la fuerza debida al gradiente de alturas en la rompiente juega un papel importante en la generación de la corriente en ambas estaciones del año, aún cuando en algunos casos (con oleaje que viene de 242° , 244° y 280°) se suma a esta corriente la fuerza que genera el ángulo de inclinación con que rompen las olas. La diferencia de resultados indica que la magnitud de las corrientes es mayor durante invierno y menor durante verano, condición que es congruente con la presencia del oleaje en la Bahía Todos Santos.

Balance sedimentario

El balance sedimentario es el recuento de las entradas y salidas de sedimentos de un determinado segmento de costa para un periodo de tiempo dado. El balance se basa en la cuantificación del transporte de sedimentos, la erosión y la depositación para un volumen de control. Usualmente las cantidades de sedimento son listadas de acuerdo a las fuentes, sumideros y procesos que causan aumentos o disminuciones de sedimento en el volumen de control (CERC, 1984).

No se cuenta con un balance de sedimentos para la celda litoral Salsipuedes. Sin embargo, sí existe información para las celdas litorales de la Bahía Todos Santos. Si bien la mayor parte de la información

disponible no está actualizada, es una referencia útil para el entendimiento de los procesos costeros en el SAR. A continuación, se presenta la mejor información disponible sobre los balances de sedimentos en cada una de las celdas litorales de la Bahía Todos Santos:

Celda I

De acuerdo con Cruz-Colín (1994), los elementos positivos del balance sedimentario de esta celda son el material erosionado de los cantiles y los sedimentos fluviales. También de acuerdo con este autor, los elementos negativos del balance son el material que se pierde por resuspensión y el sedimento depositado en la parte expuesta de las playas y la celda presenta una ganancia neta de sedimento de 25, 542 m³/año representada en el incremento de las playas al Norte del Puerto de El Sauzal.

El balance realizado por Cruz -Colín en 1994 no necesariamente sigue siendo el que existe en la zona actualmente; hay que ajustar el elemento positivo del balance correspondiente al aporte de los cantiles ya que varios de estos han sido protegidos mediante estructuras rígidas (muros) que evitan su erosión pero también eliminan el aporte sedimentario. De hecho, este balance de sedimento parecería haberse equilibrado y las playas ubicadas al Norte del recinto portuario ya no presentan un crecimiento significativo. hay que ajustar el elemento positivo del balance correspondiente al aporte de los cantiles ya que varios de estos han sido protegidos mediante estructuras rígidas (muros) que evitan su erosión pero también eliminan el aporte sedimentario.

Celda II

Cruz-Colín (1994) estableció que los elementos positivos del balance sedimentario de esta celda son el material erosionado de los cantiles, los sedimentos fluviales y los rellenos artificiales. Los elementos negativos del balance son el material que se pierde por resuspensión y el sedimento depositado en la parte expuesta de las playas. La celda presenta una ganancia neta de sedimento de 59,376 m³/año.

Este balance sedimentario no ha sido actualizado desde 1994. Sin embargo, la primera aproximación para su actualización consistiría en eliminar el elemento positivo del balance correspondiente a los rellenos artificiales ya que estos solo corresponden a eventos que ocurrieron en la década de 1990 y no se ha repetido en los últimos años. Asimismo, hay que ajustar el elemento positivo del balance correspondiente al aporte de los cantiles ya que varios de estos han sido protegidos mediante estructuras rígidas (muros) que evitan su erosión pero también eliminan el aporte sedimentario. Finalmente, hay que dejar de considerar los sedimentos fluviales pues Cruz-Colín consideró los sedimentos fluviales del arroyo Ensenada el cual ya no aporta material a esta celda. De acuerdo con esto, es seguro que ya no se tiene la ganancia neta del balance realizado por Cruz-Colín en 1994 y es posible que el balance se acerque al equilibrio o incluso tenga pérdidas netas.

Celda III

De acuerdo con Peynador *et al.* (2008) los elementos positivos del balance sedimentario de esta celda para el periodo de 2000-2002 son los sedimentos fluviales del arroyo El Gallo, el aporte de la boca del Estero de Punta Banda (que proviene de los aportes de la Cañada San Jorge y Río Maneadero) y el transporte eólico hacia tierra adentro; mientras que los elementos negativos del balance son el transporte eólico mar adentro y el sedimento depositado en la parte expuesta de la costa. El balance representa una ganancia neta de 15,210 m³/año. Sin embargo estos mismos autores señalan que es necesario considerar como elemento negativo el material suspendido acarreado fuera de la costa, con lo que posiblemente el balance tienda al equilibrio o incluso a la pérdida neta de sedimentos.

Celda IV

Cruz-Colín (1994) estableció que los elementos positivos del balance sedimentario de esta celda son el material erosionado de los cantiles, el transporte eólico y los aportes de la boca del Estero de Punta Banda. Los elementos negativos del balance son el transporte eólico, el material que se pierde por resuspensión y el sedimento depositado en la parte expuesta de las playas. La celda presenta una ganancia neta de sedimento de 63,030 m³/año.

Procesos de erosión y depositación y cambios de la línea de costa

Celda Salsipuedes

Aunque no hay estudios específicos de la erosión costera en la celda Salsipuedes, existen evidencias de procesos erosivos intensos. En la parte media de la celda, cantiles de más de 15 metros de altura tienen su base expuesta al embate del oleaje (Figura 46). Esto ha ocasionado que algunos propietarios de los terrenos costeros construyan obras de protección. Entre estas obras destaca el enrocamiento de más de 700 metros construido a mitad de la celda.

A pesar de no existir estudios específicos que lo demuestren, el hecho de que la mayor parte de la celda está compuesta de cantiles activos indica que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción.

Celda I

Altamirano-Gómez (2009) estudió los cambios de la línea de costa en la playa de San Miguel, B. C., mediante fotografía aérea para el periodo 1973 - 2003. El área de estudio de este autor corresponde al segmento A1 - A5 de la zona Norte de la celda litoral. Este autor, reporta lo siguiente:



**Figura 46. Procesos de erosión en los cantiles de la celda litoral Salsipuedes:
vistas desde el centro de la celda a) hacia el Sur, b) hacia el Norte**

Los deslizamientos en el extremo Norte del segmento propiciaron un avance hacia el mar de 50.1 metros entre los años 1973 y 1985.

La tendencia de cambio para el periodo 1972-2003 en la playa de San Miguel (segmento A4 - A5) fue de acreción. La barra rocosa en la desembocadura del arroyo San Miguel presenta un movimiento unidireccional hacia el este de la Bahía de Todos Santos que corresponde con el transporte litoral, alcanzando 84 m para el periodo 1973-2003.

El espigón que existía aún a principio de la década de 1970 en la desembocadura del arroyo San Miguel, perdió aproximadamente 40 m de su longitud entre los años 1973 a 1985 y el remanente quedó cubierto de sedimento hasta la fecha.

La combinación de factores de origen natural (oleaje, corrientes y precipitación) como antrópico (construcción de la carretera de cuota y el espigón) han modificado la línea de costa de la zona de San Miguel, B. C.

Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997) realizaron un estudio de la erosión y aporte sedimentario de los cantiles marinos de la Bahía de Todos Santos. En dicho estudio, estos autores determinaron la razón promedio de retroceso de los cantiles, la altura de los mismos, la longitud erosionable y el volumen promedio de sedimentos que aportan por año. De acuerdo con estos autores, los cantiles de San Miguel (ubicados en la zona Norte de la celda litoral I) presentan una razón de retroceso de 0.93 m/año mientras que los cantiles de El Sauzal (ubicados en la zona Sur de la celda litoral I) presentan una razón de retroceso de 0.97 m/año en ambos casos, para el periodo 1970-1991.

Con base en la información disponible, se puede concluir que en la zona Norte de la celda litoral I eventos puntuales han provocado el avance de la línea de costa. Tal es el caso de los deslizamientos al Norte del segmento A1 - A4. Sin embargo los procesos erosivos continuos como los reportados por Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997) evidencian que, al menos en la zona de cantiles que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción.

En el caso de la zona Sur de la celda, la información disponible indica que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción. Así lo indican tanto la razón de retroceso determinada por Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997) como el aumento de las estructuras de protección (muros) que se ha dado en los últimos 10 años.

Celda II

De acuerdo con Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997), los cantiles de la celda litoral II presentan una razón de retroceso de 0.7 m/año. Esta celda no tiene otros aportes de sedimento que los cantiles y se estima que el material erosionado de los cantiles se pierde por resuspensión. De acuerdo con lo

anterior y considerando las dimensiones de la celda y sus características geomorfológicas, se estima que en esta celda los procesos erosivos y de depositación o acreción están en equilibrio con probable dominancia de los procesos de depositación.

Celda III

Peynador *et al.* (2008) determinaron los procesos de erosión a partir de la evaluación de los cambios en la línea de costa para la celda litoral III mediante el uso de fotografía aérea e imágenes de satélite. La determinación realizada por estos autores comprendió el periodo de 1985 a 2005. Los resultados de este trabajo indican que entre 1985 y 1993 hubo un importante evento de acreción de la línea de costa, producto de la depositación de aproximadamente 150, 235 m² de sedimento a lo largo de la franja litoral comprendida entre el espigón El Gallo y el campo turístico "Coronitas". Lo anterior concuerda con lo reportado por Doren-Ossio (1991) quien evaluó la cantidad de sedimento depositado en el lado no protegido del rompeolas del Puerto de Ensenada, encontrando dos periodos de depositación: 1983-1985 y 1987-1989. Sin embargo, a pesar de que el periodo 1985-1993 se caracterizó por tener un balance positivo, el retroceso de la línea de costa en las zonas cercanas a la boca del Estero de Punta Banda fue significativo, ya que se perdieron aproximadamente 50, 245 m² de playa, lo que representó un retroceso de 81 m. Para el periodo de 1993-2003 el escenario cambió, los eventos de depositación fueron mínimos, y en consecuencia, los eventos de erosión se incrementaron, perdiéndose así 237, 785 m² de sedimento aproximadamente. Si este periodo se compara con el de 1985-1993, puede deducirse que al 2003, el sistema litoral tenía un déficit de sedimento cercano a los 90,000 m². Dicho material pudo haberse perdido durante las tormentas de invierno que generaron oleaje extremo durante El Niño de 1998 (Lizarraga-Arciniega *et al.*, 2003), ya que durante estos eventos extremos, tanto el oleaje como las corrientes de retorno arrastran el sedimento atrás de la rompiente, provocando que éste ya no regrese de nuevo al sistema litoral. Durante el periodo de 2003-2005 los eventos de erosión y depositación fueron muy similares, sin embargo, la depositación fue el proceso predominante, ya que se tuvo un balance de 5, 830 m². Lo anterior representa un retorno de sedimentos al sistema litoral, no obstante el déficit sigue siendo muy grande, 84,000 m² aproximadamente. En este periodo se dieron dos grandes eventos depositacionales, el primero de ellos muy cercano al nuevo espigón de la empresa China Harbour Costain México de 10, 711.83 m² de sedimento, y otro en la sección de playa frente al Aeropuerto del Ciprés de 10, 065.676 m². El primero de dichos eventos representó un avance de la línea de costa de 20 m aproximadamente.

Si se consideran los eventos de erosión-depositación que se dieron a lo largo de los 20 años que comprende este análisis, se puede determinar que entre 1985 y 2005 se tuvo un balance negativo de 81, 719 m² de sedimento a una tasa de erosión de aproximadamente 4,000 m²/año.

Lo anterior puede reforzar la visión empírica que se tiene respecto a que la línea de costa de la celda litoral III está experimentando un retroceso gradual que puede ser atribuido a diversos factores como: la construcción de obras de protección costera, la incidencia de eventos extremos de tormenta, la elevación relativa del nivel medio del mar, y la falta de aportes sedimentarios de las cuencas hidrográficas que desembocan a éste sistema litoral.

Celda IV

De acuerdo con Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997), los cantiles de la celda litoral IV presentan una razón de retroceso de 0.89 m/año. El material erosionado de estos cantiles alimenta el sistema de playas de la barra de arena del Estero de Punta Banda.

En esta celda hay un aparente equilibrio de los procesos de erosión y depositación ya que en la zona de cantiles dominan los procesos erosivos pero en la zona de playas (barra de arena) dominan los procesos de depositación o acreción.

Contaminación en la zona marina

En la parte marina del SAR existen descargas de aguas residuales tanto domésticas como industriales que aportan ciertas concentraciones de contaminantes al sistema marino. La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) opera 5 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) dentro del centro de población urbano de Ensenada, las PTAR de El Sauzal, Mercado de Mariscos, El Gallo, Industriales y El Naranjo. En la Tabla XXXV se muestran la localización de cada una de estas plantas, el tipo de aguas residuales tratadas, hacia donde descargan y la calidad del agua del efluente.

Tabla XXXV. Plantas de tratamiento que opera la CESPE

Planta de Tratamiento	Localización	Tipo de aguas tratadas	Descarga	Calidad del efluente
El Sauzal	El Sauzal de Rodríguez	Domésticas	Bahía Todos Santos	N.D.
Mercado de Mariscos	Puerto de Ensenada	Agua de la limpieza de mariscos	Rada portuaria	N.D.
El Gallo	Ciudad de Ensenada	Domésticas	Bahía Todos Santo	N.D.
Industriales	Ciudad de Ensenada	Industriales	Bahía Todos Santo	N.D.
El Naranjo	El Naranjo-Chapultepec	Domésticas	Bahía Todos Santos	DBO ₅ = 30 mg/l SST = 30 mg/l

Fuente: CESPE, 2009.

De todas las PTAR, cuatro aportan sus aguas residuales a la Bahía de Todos Santos. La planta El Gallo, la de Aguas Industriales y El Naranjo, descargan sus efluentes directamente a la zona sur del puerto de Ensenada, donde se encuentra la playa pública municipal. En el caso de la planta de El Naranjo, los valores de DBO₅ y SST se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de

contaminantes básicas establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que es de 75 mg/l promedio mensual en aguas costeras para uso recreativo para ambos parámetros.

Además de estas descargas, a lo largo del SAR se encuentran identificadas más de 15 descargas de aguas residuales clandestinas que han sido reportadas por Martínez-Guerrero, (2006) y Orozco-Borbón *et al.*, (2006), las cuales se encuentran principalmente en la Ciudad de Ensenada. Martínez-Guerrero, (2006) también ha reportado la calidad del agua superficial a lo largo del corredor Tijuana-Ensenada, entre sus resultados muestra el comportamiento del Carbón Orgánico Total (COT) y el Cloro libre (Cl) en el agua superficial de este corredor costero, los datos utilizados fueron proporcionados por la Estación Oceanográfica de la Segunda Regional Naval en Ensenada de la Secretaría de Marina durante un crucero oceanográfico realizado en el mes de marzo de 2004.

En la Bahía Todos Santos se tiene un gradiente ascendente de COT que va de 6.87 a 36.8 mg/L en dirección hacia las islas Todos Santos, mientras que en Bahía Salsipuedes se observan valores que van descendiendo de 23.1 a 0.36 mg/L hacia la parte Norte de esta bahía. Según Martínez-Guerrero, (2006), debido a que no existen valores nominales o parámetros de referencia para esta variable, los valores por debajo de 31 mg/L los consideró como “normales” y los valores que se excedieron, los denominó valores aberrantes, es decir aquellos que sobrepasan el intervalo de confianza y los consideró como niveles contaminantes.

Los valores obtenidos para el Cl, presentaron un comportamiento similar al COT, ya que los valores obtenidos van ascendiendo conforme se llega a las islas Todos Santos, con valores que van desde 0.0062 hasta 0.091 mg/L, mientras que para la Bahía Salsipuedes se observan valores entre 0.057 a 0.075 mg/L. Dichos valores se encuentran por arriba del parámetro establecido en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 que es de 0.0075 mg/L de Cloro residual. Lo anterior muestra que podría existir un aporte de este contaminante ya sea por fuentes terrestres o por el uso de la acuicultura (corrales de atún) principalmente en Bahía Salsipuedes.

Con respecto a los valores de Coliformes fecales (CF), Orozco-Borbón y colaboradores, realizaron un monitoreo de indicadores bacteriológicos a lo largo del corredor Tijuana-Ensenada de verano de 1998 a invierno de 1999. Las concentraciones de Coliformes totales (Ct), Coliformes fecales (Cf) y Enterococos (Et) en 29 estaciones se presentan en la Figura 47. Como se observa los valores más altos de concentraciones para las tres variables se presentan en la Bahía Todos Santos, principalmente en la descarga del arroyo El Gallo (estación 22) que presentó concentraciones de 685,600 NMP /100 ml para Ct, 524,800 NMP/100 ml para Cf y del ,orden de 100,000 NMP/100 ml para Et.

Para la descarga en El Sauzal (estación 20) se obtuvieron valores del orden de 100,000 NMP/100 ml para Ct, 10,000 NMP/100 ml para Cf y 1,000 NMP/100 ml para Et. La estación 19 que corresponde a la

zona turística de Bajamar tiene una influencia sobre la Bahía Salsipuedes, ya que las corrientes tienen una dirección Sur, transportando así los contaminantes que son descargados en esa zona turística. Esta estación 19 presentó los valores más bajos de Coliformes totales y fecales, siendo del orden de 10 NMP/100 ml respectivamente, mientras que para Enterococos se obtuvo un valor del orden de 32 NMP/100 ml.

Los valores obtenidos para los indicadores bacteriológicos en las estaciones 20 y 22 se encuentran muy por arriba de los parámetros establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, ya que el valor máximo de Coliformes fecales en aguas costeras es de 400 NMP/100 ml promedio mensual. Las conclusiones a las que llegan Orozco-Borbón y colaboradores son que existen una serie de descargas clandestinas en estas áreas, debido al intenso uso urbano que existe en la zona costera, además de que las plantas de tratamiento propiedad de CESPE no generan efluentes con la calidad que las Normas Oficiales Mexicanas establecen. Con excepción de la planta de tratamiento de El Naranjo (estación 27), en donde se obtuvieron concentraciones de 3 NMP/100 ml tanto para Coliformes totales y fecales, mientras que para Enterococos se obtuvieron concentraciones de 32 NMP/100 ml.

Actualmente el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California realiza desde abril de 2009 un monitoreo de la calidad de las playas que se encuentran distribuidas en la Bahía Todos Santos, utilizando como parámetro la Norma Mexicana NMX-AA-SECOFI-2006, que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas. Los resultados obtenidos de la concentración de Enterococos en 12 playas de la Bahía Todos Santos, en la que se observa que todas las playas tienen concentraciones por debajo de 100 NMP/100 ml de Enterococos, por lo que han sido determinadas como sanas y aceptables para el uso recreativo según la norma de referencia.

Dentro de la zona del proyecto, la calidad del agua se ve determinada por las descargas de aguas residuales de tipo industrial y domesticas. Las de tipo industrial se generan a partir de las diversas empresas que operan dentro del puerto de El Sauzal, principalmente las que procesan pescado. Dichas empresas (alrededor de 6) descargan sus aguas de proceso en una planta de tratamiento instalada a un costado del rompeolas principal del puerto, cuya capacidad de tratamiento es de 300 m³ diarios y es propiedad de la empresa Operadora Industrial Portuaria, S.A. de C.V. Además de estas aguas residuales de tipo industrial, también se genera otro tipo de aguas residuales, denominadas "salmuera" producto de la descarga de peces de escama, principalmente anchovetas y macarelas a las succionadoras, generando así agua residual con altos contenidos de grasas y sales que son descargadas a las zonas de influencia del puerto.

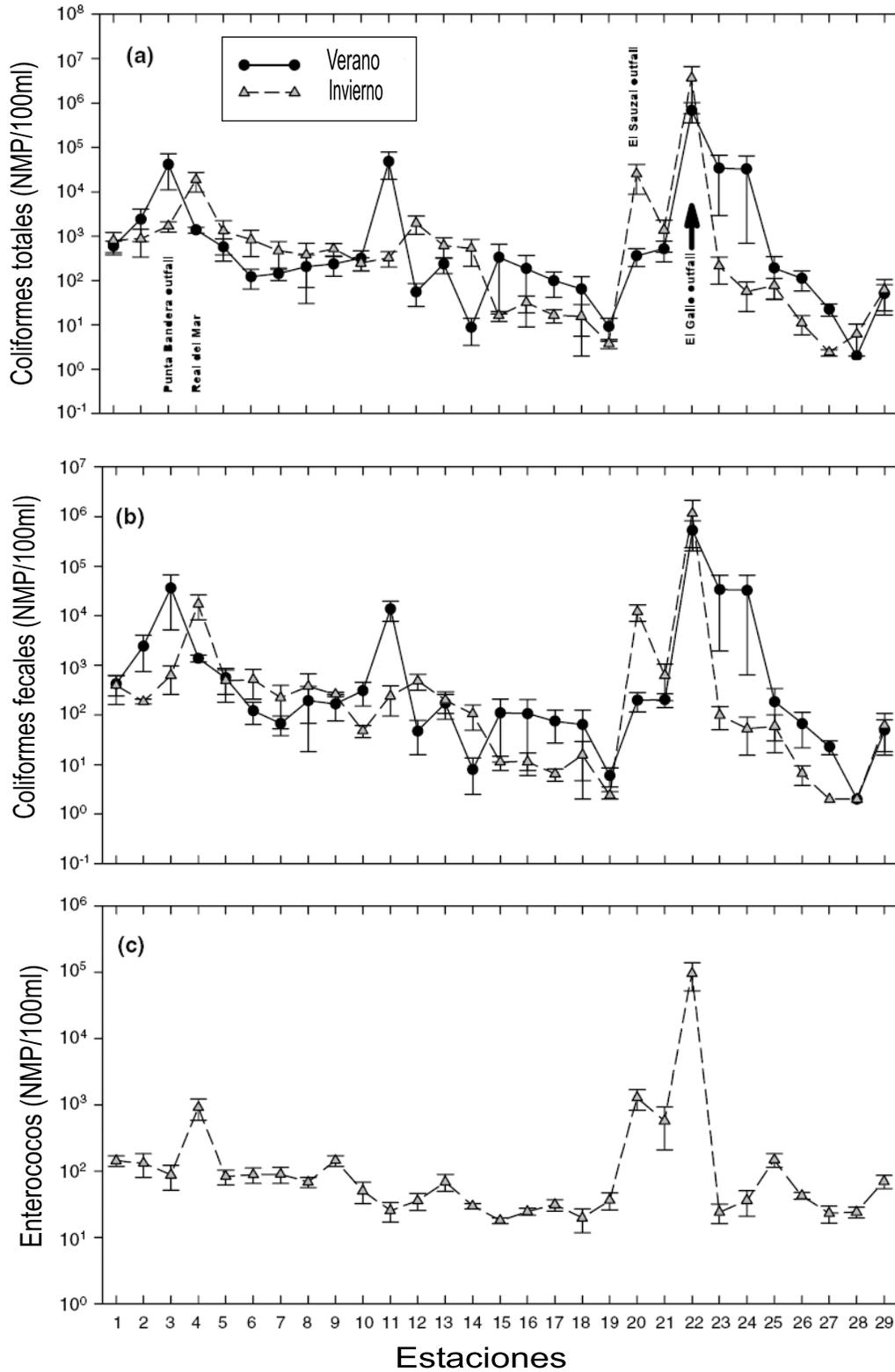


Figura 47. Indicadores bacteriológicos identificados en el SAR a) Coliformes totales, b) Coliformes fecales y c) Enterococos

Fuente: Orozco-Borbón *et al.*, 2006

Las aguas residuales de tipo doméstica son producto de las descargas de casas habitacionales que se encuentran al sur del puerto dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre. Dichas descargas se deben a que no existe un sistema de drenaje municipal que colecte las aguas negras de todas las casas que están en la zona de influencia del proyecto. En la Figura III, se observan los valores para la estación 20 que corresponde a la zona de El Sauzal y como se menciono se encuentran por arriba de los parámetros establecidos para Coliformes totales y fecales, así como Enterococos.

IV.2.2 Medio Biótico

IV.2.2.1 Tipo de vegetación terrestre en el Sistema Ambiental Regional

Regionalización

De acuerdo con la clasificación fitogeográfica propuesta por Rzedowski (1978), la península de Baja California se encuentra dentro del Reino holártico en la región Pacífica Norteamericana dentro de la Provincia Baja California. La división fitogeográfica más reciente para la Península de Baja California ha sido propuesta por Peinado et al. (1994), quienes dividieron el territorio peninsular en la siguiente sectorización: 1) Provincia californiano–meridional; 2) Provincia martireense; 3) Provincia bajocaliforniana; 4) Provincia san lucana y 5) Provincia colorada. El Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra dentro del Reino holártico de la Región Californiana en la Provincia martireense dentro del Sector juarezensé. La Región Californiana ocupa alrededor de 24 000 km² en el Noroeste de la península; la mayor parte se incluye en la Provincia martireense. Los límites septentrionales de la provincia se establecen desde el Sur de Bahía de San Diego hasta el Sur de la mesa de Otoy, dirigiéndose hacia el Oeste por la cuenca del río de Las Palmas y el borde meridional de la falla de La Rumorosa-Las Palmas, hasta alcanzar su límite con la región xerófito mexicana, siendo la frontera biogeográfica entre ambas vertientes orientales de las sierras Juárez y San Pedro Mártir, por debajo de los 1 300-1 000 m aproximadamente. El límite meridional de la provincia se establece alrededor del paralelo 30, a unos kilómetros al Sur del arroyo El Rosario. La provincia martinense cuenta con aproximadamente 100 especies de plantas endémicas que permite separarla del resto de las unidades fitogeográficas de California (Delgadillo, 1998).

Chaparral costero

Es una comunidad de plantas verde de arbustos esclerófilos adaptados para resistir sequías mediante sistemas de raíces extensas. Las plantas son uniformes en cuanto a su altura, usualmente de 1-4 m de alto. El chaparral esta sujeto a incendios, por lo que las plantas están adaptadas a resistir a ellos. La mayoría de los arbustos rebrotan después de los incendios, ya que las semillas son resistentes al fuego (Roberts, 1989). Éste se presenta a lo largo de la costa del Pacífico, en el noroeste de Baja California y

va desde la línea internacional hasta aproximadamente cerca del poblado de Colonet. Se ubica desde 20 a 50 msnm y de la línea de costa hasta 25 km. tierra adentro, siendo su distribución muy irregular y estando sujeto algunas veces a similares condiciones ambientales a las que esta sometido el matorral costero (Delgadillo, 1998). El chaparral forma parte de una zona de transición con el matorral costero (Mulroy, et al. 1979). El chamizo (*Adenostoma fasciculatum*) se presenta como el taxa dominante en el chaparral costero, esta dominancia es compartida en algunas zonas con *Ceanothus spp*, *Quercus dumosa* y *Q. cedrosensis*. En el chaparral costero también encontramos algunos taxones del matorral costero principalmente en áreas ecotónicas entre ambos tipos de vegetaciones como son: *Fraxinus trifoliata*, *Aesculus paryi*, *Malosma laurina*, *Rhus integrifolia* y *Eriogonum fasciculatum* (Delgadillo, 1998).

Matorral costero

Este tipo de matorral está constituido por arbustos, semi-arbustos, hierbas perennes y suculentas de diferentes tipos. Se distinguen dos estrategias para las especies arbustivas los arbustos mesofilíticos deciduos y los arbustos esclerófilas siempreviva. Los primeros son arbustos de baja estatura (de 0.5 a 2 m) deciduas facultativas a la sequía, mesofíticas, aromáticas, semileñosas y con raíces poco profundas. Este grupo esta dominado por ejemplares de familia Asteraceae, Lamiaceae y Polygonaceae. El segundo grupo son comunes a los chaparrales son especies siempreverde de 1 a 3 m de alto, con ramificaciones rígidas y densas, hojas prominentes pequeñas gruesas y altamente cutinizadas. Este grupo esta relacionado con *Rhus spp*. Este tipo de vegetación se presenta en forma discontinua a lo largo del litoral Pacífico, desde la línea internacional hasta El Rosario. Se considera como una transición entre la vegetación desértica y el chaparral. De esta manera, el matorral costero en el Estado ocurre en terrenos cercanos y en línea de costa. Sin embargo, esta distribución no es uniforme, ya que en algunas ocasiones este tipo de vegetación llega a penetrar hasta 30 km tierra adentro, ocupando grandes extensiones, principalmente en laderas cercanas a la sierra San Pedro Mártir, a una altitud de 500 m (Delgadillo, 1998).

Vegetación de galería

Este tipo de vegetación usualmente se desarrolla a lo largo y orillas de ríos, arroyos y cañadas, generalmente a manera de un estrecho corredor estando dominado por especies de árboles deciduos que reducen la erosión del suelo a lo largo de la corriente y proveen de habitat a comunidades de fauna (Delgadillo, 1998). Esta representada en los biotopos mesófilos por formas arbóreas como *Populus fremonti*, *P. tremuloides*, *Platanus racemosa*, *Salix lasiolepis*, *Prosopis glandulosa* y formas arbustivas como *Rhus ovata*, *Baccharis sarathoides* y *B. salcifolia* y formas herbáceas como *Nasturtium officinale*, *Juncus acutus*, *Haplopappus venetus*, *Apium graveolens* y *Mentha arvensis*.

Vegetación acuática

Estas comunidades ocurren en los márgenes de arroyos, o en cuerpos de agua más o menos estables, esto es donde la corriente de agua es mínima, dando lugar a una óptima condición para el desarrollo de plantas arraigadas, flotantes y/o sumergidas. En el centro de población de Ensenada hay un pequeño cuerpo de agua dulce La Lagunita El Ciprés. En este cuerpo de agua y en sus alrededores se han registrado 15 familias, 28 géneros y 31 especies, de las cuales 3 familias y 4 especies pertenecen al tular. El tule (*Cyperus gracilis*) es una especie endémica de hábito acuático; es la planta perenne dominante que se desarrolla en el centro y en la periferia de la lagunita y alcanza hasta 2 m de altura (Espejel y Escofet, 1990).

Vegetación costera de dunas

Las dunas costeras constituyen comunidades con una alta heterogeneidad espacial, en términos a la gran diversidad de microambientes que presentan los cuales están básicamente determinados por la topografía. Los suelos son sustratos móviles de tipo arenosos, con baja disponibilidad de nutrientes, amplias fluctuaciones de temperatura, y salinidad elevada por su cercanía con el mar. Todas estas condiciones extremas son toleradas por un mínimo reducido de especies vegetales postradas, de poca altura y suculentas (Delgadillo, 1998). Los principales taxas presentes en las dunas dentro del SAR por su abundancia y cobertura son: el cohete playero (*Cakile maritima*), la planta playera (*Ambrosia chamissonis*), el hielito (*Mesembryanthemum chilense*), el incienso (*Encelia farinosa* var. *Phenocodonta*), la planta playa primavera (*Camissonia cheiranthifolia*), el té mormón (*Ephedra californica*) y la verbena de arena (*Abronia maritima*).

Especies con bajo un régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables

De las especies vegetales de los distintos tipos de vegetación presentes en el SAR solamente aparece la biznaga (*Ferocatus viridescens*) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 con estatus de especie Amenazada. Esta especie forma parte del matorral costero.

Vegetación presente en el sitio del proyecto

No hay vegetación terrestre dentro del polígono que delimita al proyecto.

IV.2.2.2 Tipo de vegetación marina dentro de los límites del Sistema Ambiental Regional

Flora marina microscópica (Fitoplancton)

Dentro del área que cubre el SAR se han reportado un total de 70 especies de las cuales 39 géneros fueron de fitoplancton, 24 diatomeas, 13 dinoflagelados y 2 silicoflagelados (Giffard Mena, 1997). En un

estudio más reciente García Mendoza, (2007) reportó 86 especies, de los cuales el grupo de los dinoflagelados (Dinophyta) fue el que presentó un mayor número de especies (47) seguido por el grupo de las diatomeas (Heterokontophyta, Clase Bacilliarophyceae) con un total de 33 especies.

Macroalgas

La flora algal en el SAR esta representada por algas verdes (División Chlorophyta) con 4 familias, 11 géneros y 26 especies. Por algas pardas (División Phaeophyta) representadas por 11 familias, 22 géneros y y 23 especies. Algas rojas (División Rhodophyta) con 21 familias, 51 géneros y 91 especies. En la Tabla XXXVI se presenta el listado de especies reportadas en distintos sitios muestreados dentro del SAR.

Tabla XXXVI.- Listado de macroalgas registradas dentro de los límites del SAR

División	Familia	Especie	Referencia	
Chlorophyta	Ulvaceae	<i>Enteromorpha clathrata</i>	4	
		<i>Enteromorpha flexuosa</i>	1,4	
		<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1,2,3,4,5	
		<i>Chloropelta caespitosa</i>	3	
		<i>Chaetomorpha linum</i>	3,7	
		<i>Chaetomorpha spiralis</i>	3	
		<i>Ulva angusta</i>	2	
		<i>Ulva californica</i>	1,2,3,5	
		<i>Ulva costata</i>	1,3,5	
		<i>Ulva dactylifera</i>	2,3	
		<i>Ulva lactuca</i>	1,3,4,5,7	
		Cladophoraceae	<i>Bryopsis pennatula</i>	2
			<i>Bryopsis corticulans</i>	3,5
	<i>Bryopsis hypnoides</i>		3,5	
	<i>Cladophora microcladioides</i>		1,3	
	<i>Cladophora columbiana</i>		2,5	
	<i>Cladophora albida</i>		5	
	<i>Cladophora graminea</i>		3	
	<i>Chaetomorpha linum</i>		6	
	<i>Chaetomorpha albida</i>		6	
	<i>Spongomorpha coalita</i>		1	
	Monostromataceae	<i>Monostroma oxyspermum</i>	4	
	Codiaceae	<i>Codium fragile</i>	1,3,7	
<i>Codium cuneatum</i>		3		
<i>Codium setchellii</i>		3		
<i>Halicystis ovalis</i>		3		
Phaeophyta		Ectocarpaceae	<i>Ectocarpus conticulatus</i>	4
	<i>Cladophora microcladioides</i>		4	
	Dictyosiphonaceae	<i>Coilodesme rigida</i>	1	
	Scytosiphonaceae	<i>Petalonia sp</i>	1	
		<i>Endarachne bringhamiae</i>	2	
		<i>Colpomenia peregrina</i>	1	

División	Familia	Especie	Referencia	
Rhodophyta	Dictyotaceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	2	
		<i>Hydroclathrus sp</i>	1	
		<i>Dictyota flabellata</i>	4,7	
		<i>Dictyota bringhamiae</i>	2	
		<i>Pachydityon sp</i>	1	
		<i>Dictyopteris sp</i>	1	
		<i>Taonia lennebackeriae</i>	1,2	
		<i>Zonaria farlowii</i>	1	
		Desmarestiaceae	<i>Desmarestia ligulata</i>	1
		Laminariaceae	<i>Laminaria dentigera</i>	1
	Alariaceae	<i>Eisenia arborea</i>	1,7	
		<i>Egregia menziesii</i>	1,7	
	Lessoniaceae	<i>Macrocystis pyrifera</i>	1,7	
	Fucaceae	<i>Pelvetia fastigiata</i>	7	
		<i>Pelvetiopsis sp</i>	1	
		<i>Hesperophycus sp</i>	1	
	Cystoseiraceae	<i>Cystoseira sp</i>	1	
	Sargassaceae	<i>Sargassum muticum</i>	2,4,7	
	Erythropeltidaceae	<i>Smithora sp</i>	1	
		<i>Eritrochia carrea</i>	4	
	Bangiaceae	<i>Porphyra perforata</i>	7	
	Nemaliaceae	<i>Nemalion helminthoides</i>	1,7	
	Gelidiaceae	<i>Gelidium coulteri</i>	1,2	
		<i>Gelidium purpurascens</i>	1	
		<i>Gelidium robustum</i>	1,7	
		<i>Pterocladia caloglossoides</i>	2	
	Dumontiaceae	<i>Pikea californica</i>	1	
	Weeksiaceae	<i>Leptocladia binghamiae</i>	1	
	Corallinaceae	<i>Lithothamnium californicum</i>	2	
		<i>Melobesia</i>	1	
		<i>Lithophyllum</i>	1	
		<i>Lithothrix aspergillum</i>	1,2	
		<i>Corallina officinalis</i>	1	
		<i>Corallina polysticha</i>	1	
		<i>Corallina pinnatifolia</i>	2	
		<i>Corallina vancouveriensis</i>	2	
		<i>Bossiella californica</i>	1	
		<i>Bossiella orbigniana</i>	1	
		<i>Calliarthron tuberculosum</i>	1	
		<i>Jania crassa</i>	1,2	
		<i>Jania tenella</i>	1	
		<i>Halymenia californica</i>	1	
		<i>Halymenia hollenbergii</i>	1	
		<i>Grateloupia doryphora</i>	1	
		<i>Prionitis australis</i>	1	
		<i>Prionitis cornea</i>	1	
		<i>Prionitis filiforme</i>	1	
<i>Prionitis lanceolata</i>		1		
<i>Prionitis lyallii</i>	1			
Ceramiaceae	<i>Ceramium pacificum</i>	4		
	<i>Griffithsia furcellata</i>	4		

División	Familia	Especie	Referencia
		<i>Spyridia filamentosa</i>	4
	Goniotrichaceae	<i>Goniotrichum alsidii</i>	4
	Kallimeniaceae	<i>Callophyllis firma</i>	1
		<i>Callophyllis obtusifolia</i>	1
		<i>Callophyllis violacea</i>	1
		<i>Callophyllis pinnata</i>	1
	Solieriaceae	<i>Neoagardhiella baileyi</i>	1,7
		<i>Opuntiella californica</i>	1
	Hypneaceae	<i>Hypnea variabilis</i>	1
	Plocamiaceae	<i>Plocamium cartilagineum</i>	1
		<i>Plocamium violaceum</i>	1,2
	Gracilariaceae	<i>Gracilaria velerote</i>	1
		<i>Gracilaria pacifica</i>	5
		<i>Gracilaria sjoestedtii</i>	4
		<i>Gracilaria turgida</i>	4
		<i>Gracilaria verrucosa</i>	4
	Phylloporaceae	<i>Gymnogongrus platyphyllus</i>	1
		<i>Gymnogongrus leptophyllus</i>	7
	Gigartinaceae	<i>Gigartina canaliculata</i>	1,4,7
		<i>Gigartina exasperata</i>	1
		<i>Gigartina harvellana</i>	1
		<i>Gigartina leptophynchos</i>	1,2
		<i>Gigartina papillata</i>	1
		<i>Gigartina spinosa</i>	1,7
		<i>Gigartina volans</i>	1
		<i>Iridea cordata</i>	1
		<i>Rhodoglossum affine</i>	1
		<i>Rhodoglossum oweniae</i>	1
		<i>Rhodoglossum roseum</i>	1,7
	Rhodymeniaceae	<i>Botryocladia</i>	1
		<i>pseudodichotoma</i>	
		<i>Rhodymenia californica</i>	1
		<i>Rhodymenia pacifica</i>	1
	Champiaceae	<i>Coeloseira parva</i>	1,2
		<i>Gastroclonium coulteri</i>	1
	Ceramiaceae	<i>Ceramium codicola</i>	1
		<i>Ceramium sinicola</i>	1
		<i>Centroceras clavulatum</i>	1,2,4
		<i>Microcladia californica</i>	1
	Delesseriaceae	<i>Niemburgia andersoniana</i>	1
		<i>Acrosorium uncinatum</i>	2,4
		<i>Cryptopleura corallinara</i>	1
		<i>Cryptopleura crista</i>	1
		<i>Cryptopleura lobulifera</i>	1
		<i>Botryoglossum farlowianum</i>	1
	Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia bajacali</i>	1
		<i>Polysiphonia pacifica</i>	1,2
		<i>Polysiphonia hendry</i>	2
		<i>Polysiphonia scopulorum</i>	2
		<i>Polysiphonia decussata</i>	2
		<i>Pterosiphonia baileyi</i>	1,2
		<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	2

División	Familia	Especie	Referencia
		<i>Pterosiphonia pennata</i>	2,4
		<i>Chondria californica</i>	1
		<i>Laurencia pacifica</i>	1,2,7
		<i>Laurencia snyderiae</i>	1
		<i>Laurencia spectabilis</i>	1
		<i>Laurencia subopposita</i>	1
		<i>Erythrocytis saccata</i>	1
		<i>Antithamnioella glandulifera</i>	2

Referencias: (1) Aguilar Rosas, 1980; (2) Aguilar Rosas *et al.*, 1985; (3) Aguilar Rosas y Hans Bertsch, 1983; (4) Aguilar Rosas, 1982; (5) Pacheco-Ruiz *et al.*, 1993; (6) Aguilar Rosas y Pacheco Ruiz, 1986; (7) Aguilar Rosas *et al.*, 1982.

Flora marina en la zona intermareal rocosa

En los últimos 50 m del tramo que comprende los 600 m donde se realizaran las obras de construcción sobre la playa arenosa existe una playa rocosa. En esta playa en la zona medio litoral inferior se observaron parches de lechuga de mar (*Ulva lactuca*) adherida a las rocas. En la franja sublitoral sobre una plataforma rocosa dominó el alga parda costrosa (*Pseudolithoderma nigra*) así como algas rojas costrosas (*Lithophyllum*). En esta zona existen rocas de distintos tamaños que sobresalen y se encuentran cubiertos por algas cafés (*Porphyra perforata*).

Flora marina en la zona submareal

Se realizó una salida prospectiva en una embarcación con el objetivo de delimitar los polígonos que conforman los mantos de Sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) utilizando para ello un Global Position System (GPS±2 m.) en la zona de influencia del proyecto (Anexo VII).

Para la caracterización de la flora y fauna presente en la zona submareal se utilizó equipo de buceo autónomo apoyados por una embarcación con motor fuera de borda. Se colocaron 8 transectos: 6 transectos de 30 m dentro del área donde se pretende efectuar el dragado y donde hay presencia de sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*); 1 transecto de 200 m en el sitio donde se pretende extender el rompeolas y un transecto de 120 m donde se pretende construir la escollera.

Como resultado de este estudio se registraron 3 divisiones (Magnoliophyta, Rhodophyta y Phaeopyta) representadas en 3 clases, 9 familias y 11 especies (Tabla XXXVII). En el área del proyecto de acuerdo a los registros obtenidos en los 8 transectos tenemos que, las algas pardas sargazo gigante, el alga (*Enderachne bringhamiae*) y el alga incrustante (*Lithophyllum*) fueron dominantes al encontrarse en 5 de los 8 transectos establecidos en el sitio de estudio. En orden decreciente, las algas rojas Gracilaria spp y el alga coralina costrosa (*Calliarthron*) y *Corallina officinalis* se encontraron en 4 de los 8 transectos. Las algas rojas (*Rhodymenia pacifica*) y (*Chondria californica*) se encontraron solamente en 2 transectos al igual que el pasto (*Phyllospadix scouleri*). Las otras especies solamente se encontraron en un transecto.

Tabla XXXVII. Especies de flora marina presente en el sustrato rocoso-arenoso en el área de estudio correspondiente a la zona submareal

División	Clase	Familia	Nombre científico
Magnoliophyta	Monocots	Cymodoceaceae	<i>Phyllospadix scouleri</i> J.D. Hooker, 1838
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia pacifica</i> Kylin, H 1931
		Corallinaceae	<i>Calliarthron</i> sp
		e	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus, 1758
		Ceramiales	<i>Centroceras clavulatum</i> Montagne, 1846
		Gracilariaceae	Gracilaria spp
		Rhodomelaceae	<i>Chondria californica</i> Kylin, 1941
Phaeopyta	Phaeophyceae	Laminariaceae	<i>Macrocystis pyrifera</i> C. Agardh, 1820
		Sargassaceae	<i>Sargassum muticum</i> Fensholt, 1955
			<i>Cystoseira osmundacea</i>
		Scytosiphonaceae	<i>Endarachne bringhamiae</i> J. Agardh

En cuanto a la presencia y distribución de las macroalgas se observaron dos patrones. En los sitios donde el sustrato era predominantemente arenoso en un 90%, la presencia de macroalgas es reducida o nula. En los sitios estudiados con este tipo de sustrato en el fondo marino solamente se observaban fragmentos de algas rotas que eran transportadas de un lado a otro por las corrientes de fondo. En cambio, en los sitios donde predominaban las rocas y los parches arenosos eran reducidos la presencia y riqueza de especies se incrementaba



Figura 48. Aspecto de los sustratos arenosos y rocosos en cuanto a la presencia de macroalgas en el medio marino

IV.2.2.3 Fauna terrestre en el Sistema Ambiental Regional

Regionalización

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la región mediterránea, esta región se encuentra en la provincia faunística Dieguense-Californiana, la cual se extiende desde Punta Concepción, E.U.A. hasta las inmediaciones del Arroyo el Rosario, Baja California, México y su límite se encuentra claramente señalado por el parteaguas peninsular (Mellink, 2002).

Aves terrestres y marinas

Dentro de los distintos ecosistemas definidos dentro del SAR se han registrados 44 familias pertenecientes a 92 géneros y 138 especies. Del total de estas especies 10 están consideradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 bajo alguna categoría, mientras que, 15 están dentro del Apéndice II de CITES y una sola especie el falcón peregrino (*Falco peregrinus*) en el Apéndice I (Tabla XXXVIII).

Tabla XXXVIII.- Especies de aves registradas en cuya presencia ha sido reportada dentro del SAR

Distribución	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría	CITES	Distribución	Hábitat	Referencia
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr, NE		E	VA, ZC,C	1,2,7,8
	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán	Pr	Apéndice II			7
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja		Apéndice II	P	MC,ZC,C, ZH	6,7,8
	<i>Buteo lineatus</i>	Aguiluilla	Pr	Apéndice II		MC, C	7
	<i>Buteo regalis</i>	Aguiluilla	Pr	Apéndice II		MC, C	7
	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastroso		Apéndice II	E*	VM, VA,MC	1,2,4,7,8
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca		Apéndice II	P	T, D, ZH	1,4,6,7
	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda			P	VM,ZC,C
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino			E	LI, LT,MC	1,2,4,8
	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán			E	LI, LT	1,2
	<i>Anas clypeata</i>	Pato bocón			E	LI, LT,MC	1,2,4
	<i>Anas crecca</i>	Pato alas verdes			E	LI, LT,MC	1,2,4
	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela			E*	LI, LT	1,2,4
	<i>Anas penélope</i>	Pato penélope			O	LI, LT,MC	1,4
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar			E*	LI, LT,MC	1,2,4
	<i>Anas strepera</i>	Pato pinto			O	LT,MC	4
	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato				MC	4
	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor			E	LI	5
	<i>Aythya americana</i>	Pato cabecirrojo			E	LI	1,2
	<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja			E	LI,MC	1,2,4
	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate			P*	LI	1,2
	Apodidae	<i>Aeronautas saxatilis</i>	Vencejo pecho blanco				
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul			P	PL,LT,MC	1,2
	<i>Egretta thula</i>	Garza nívea			P	PL,LT,MC	1,2,4
	<i>Egretta tricolor</i>	Garza				MC	4
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera			E	VM,ZC	1,2,5
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna coroninegra			P	T-J,VM	1,2

Distribución	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría	CITES	Distribución	Hábitat	Referencia
	<i>Ardea herodias</i>	Garza azul				MC	4
Caprimulgidae	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	Tapacamino					7
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote		P		ZC, ZH, MC, C	4,6,7
Columbidae	<i>Columbina livia</i>	Paloma doméstica		P		ZC,ZH	1,2,5,6
	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita		P		VM	2,5,7
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota		P		VM,VA,MC,C	1,2,5,6,7
Corvidae	<i>Aphelocoma coerulescens</i>	Azulejo californiano		P		MC,VA	2,7
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande		P		VA,ZC,ZH	1,2,7
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos				MC,C	4,7
Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlito nevado		P		PL,PA	1
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío		P		PL,PA,VM	1,2
Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zapatero corona rufa					7
	<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión					7
	<i>Amphispiza belli</i>	Gorrión					7
	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor		P		VA,VM	1,2
	<i>Molothrus ater</i>	Tordo				C	7
	<i>Passerculus sandwichensis beldingi</i>	Gorrión sabanero	A	P*		VM	1,2
	<i>Passerella iliaca</i>	LLanerito				C	7
	<i>Pipilo crissalis</i>	Viejita				C	7
	<i>Spizella passerina</i>	Llanerito				C	7
	<i>Zonotrichia atricapilla</i>	Gorrión				C	7
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión				C	7
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón		Apéndice II	E	VA	5,7
		Esmerejón					
	<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	A	Apéndice II		C, MC	7
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr, NE	Apéndice I	P	VM	1,2,7
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo		Apéndice II		ZH,ZC,VM,MC	1,2,4,6,7
Fringillidae	<i>Carduelis lawrencei</i>	Jilguero de Lawrence			E	VA	2,3
	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico			E	VA	1,2
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano			P	VA,MC,VM,ZH	1,2,7
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca			E	VA,VM,MC	1,2
Gavidae	<i>Gavia immer</i>	Colimbo grande				C	7
	<i>Gavia pacifica</i>	Colimbo				C	7
	<i>Gavia stellata</i>	Colimbo				C	7
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta			P	VM	1,2
Haematopodidae	<i>Haematopus bachmani</i>	Ostrero				MC,C	7
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada				MC,C	7
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina				MC,C	7
	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verde				MC,C	4,7
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Sargento			P	T-J,VA,VM,ZC	1,2,4,5

Distribución	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría	CITES	Distribución	Hábitat	Referencia
	<i>Agelaius tricolor</i>	Mirlo tricolor			P	T-J,VA,VM,ZC	2,3
	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo			P	VA,VM,ZC	1,2
Laniidae	<i>Sturnella neglecta</i>	Triguero occidental			E	T, MC	1,4,5
	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo			P	MC	1,2,7
Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota				LI	7
	<i>Larus californicus</i>	Gaviota californiana			E	M	1,7
	<i>Larus canus</i>	Gaviota				LI	7
	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado			E	LI, PA	1,2,7
	<i>Larus glaucescens</i>	Gaviota				LI	7
	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	Pr, NE		P	LI, PA	1,2,7
	<i>Larus occidentalis</i>	Gaviota occidental			P	LI, PA	1,2,6,7
	<i>Larus philadelphia</i>	Gaviota				LI	7
	<i>Larus thayeri</i>	Gaviota				LI	7
	<i>Sterna caspia</i>	Charrán caspia			P	PA	1,2,7
	<i>Sterna elegans</i>	Charrán elegante	Pr, NE		P*	LI	1,5
	<i>Sterna forsteri</i>	Gallito				LI	7
	<i>Sterna máxima</i>	Gallito				LI	7
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño			P	VA, MC	1,2,6,7
	<i>Toxostoma redivivum</i>	Cuitlacoche californiano			P	VA,C	2,3,7
Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codomiz californica			P	VM,MC,ZC,C	2,4
Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado			E	VA, MC	1,2,6
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita norteña			P	T-J	1,2
	<i>Vermivora celata</i>	Chipe				VA, MC	7
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro			O	VA	1,2
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero			P	T	1,6
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano				LI	7
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café			P	LI, PA	1,2,7
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán				LI	7
	<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	Cormorán				LI	7
Phasianidae	<i>Callipepla californica</i>	Gallinita				C,MC,ZC	7
Picidae	<i>Picooides nuttallii</i>	Carpintero de Nuttall			P	VA,C	2,3,4
Podicipedidae	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique piquiamarillo			E	LI	5
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso			P*	LI	1,2
Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Floricano				LI	7
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta gris			P	T-J,LT,MC	1,2,4
	<i>Gallinula chloropus</i>	Polla de agua			P	T-J,LT,MC	1,2,4,5
	<i>Porzana carolina</i>	Gallineta de ciénega			E*	T-J,MC	1,2,4
	<i>Rallus limicola</i>	Rascón limícola	Pr, NE		P	T-J,MC	4,5
	<i>Rallus longirostris</i>	Rascón picudo			P*	T-J	1,2
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita			P	PL	1,5
	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta piquicurva			P	PL	1

Distribución	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría	CITES	Distribución	Hábitat	Referencia
Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano			E	LI,PA	5,7
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Chorlito correlimos			E	PL	1
	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental			E	PL	1
	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Pihuihui			E	PL	2,5
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	El costurero			E	PL	1
	<i>Limosa fedoa</i>	Limosa canela			E	PL	1
	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo			E	PL,PA,ZC	1,2,5
Sturinidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto			P	VA, ZC, ZH	1,2,6
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Mochuelo escavador		Apéndice II	P	ZH,C,MC	6,7
	<i>Bubo virginianus</i>	Tecolote		Apéndice II			7
Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita					7
	<i>Poliophtila californiana atwodi</i>	Perlita californiana	A, NE		P	MC,VA	1,2,7
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Acalote			E	PL, LT,MC	1,2,4,5
Timaliidae	<i>Chamea fasciata</i>	Camea			P	MC,VA,C	2,3
Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí		Apéndice II			4,7
	<i>Calypte anna</i>	Colibrí cabeza roja		Apéndice II	P	VM,VA,MC,C	2,3,5,6,7
	<i>Calypte costae</i>	Colibrí		Apéndice II		MC	4,7
	<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen			O	VA	1,2
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared					7
	<i>Cistothorus palustris</i>	Troglodita pantanero piquilargo			E	T-J, VM	1,2
	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltroca					7
	<i>Thryomanes bewickii</i>	Picucha					7
	<i>Troglodytes aedon</i>	Picucha					7
Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzalito colirrufo			E	VA	5
Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Madrugador				C	4,7
	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro			P	VM, VA,MC,C	1,2,4,6,7
	<i>Sayornis saya</i>	Mosquero llanero			P	VM, VA,MC,C	1,2,4,6,7
	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano				C,ZH,ZC	7
	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano				C,ZH,ZC	7
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario		Apéndice II	P	VM, C, ZH	6,7

Categorías: (P) En peligro de extinción; (A) Amenazada; (R) Rara; (Pr) Sujeta a protección especial; (NE) No endémica. Distribución: (P) residentes Permanentes; (O) visitantes Ocasionales; (E) visitantes Estacionales. Hábitat: (C) Chaparral; (D) Duna; (LT) Litoral; (LI) Limnético; (T-J) Tular-Juncal; (MC) Matorral Costero; (PL) Planicie Lodosa o Limícola; (PA) Playa Arenosa; (VA) Vegetación Arbórea ribereña; (VM) Vegetación de Marisma; (ZC) Zona de cultivo; (ZH) Zona habitacional. *= especie en reproducción. Referencias: (1) Fitzpatrick, 2002; (2) Ruiz-Campos et al., 2005; (3) Mellink, 2002; (4) Gerardo Avendaño, 1993; (5) De León Girón, 2004. (6) Datos colectados en campo, 2005; (7) CICESE, 2002. La distribución fue obtenida de National Geographic, 2002.

Anfibios y reptiles

Dentro de los límites del SAR se han reportado 5 familias, 5 géneros y 6 especies del grupo de los anfibios mientras que, del grupo de los reptiles se han reportado 3 familias y 5 especies. En la Tabla XXXIX se presenta el listado de anfibios y reptiles registrados dentro del SAR por distintos autores.

Tabla XXXIX.- Especies de anfibios y reptiles reportados dentro del SAR

Grupos	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Categoría	Hábitat	Referencia
ANFIBIOS	Bufonidae	Bufo californicus	Sapo de arroyo		RT	1,3
	Hylidae	Pseudacrys cadaverina	Rana arbórea		B, C, RT, O, P	2,3
		Pseudacrys regilla	Rana arbórea del pacífico		B, C, RT, O, P	1
	Ranidae	Rana aurora	Rana		RT	2
	Phlethodontidae	Aneides lugubris	Salamandra arbórea	R	B, C, RT	2,3
REPTILES	Colubridae	Thamnophis hammondii	Culebra	A	RT	2
	Colubridae	Thamnophis hammondii	Culebra	A	RT	2
		Pituophis catenifer	Serpiente toro		PC, C	2
	Emydidae	Xantusia hensawi	Lagartija granito nocturno		C, MC	2
	Iguanidae	Sceloporus orcutti	Lagartija granito espinosa		C	2,3
		Phrynosoma coronatum	Lagartija espinosa con cuernos		PC,C	1
		Phrynosoma schmidti	Lagartija espinosa con cuernos		PC,C	1

Abreviaturas: Categorías: (Pr) Sujeta a protección especial, (A) Amenazada. Hábitat: (B) Bosques; (RT) Riachuelos Temporales; (C) Chaparral; (O) Oasis; (P) Pastizales. (MC) Matorral Costero; (PC) Planicie Costera. Referencias: (1) Proesteros (inédito); (2) Mellink, 2002; (3) Grismer, 1955.

Mamíferos

Dentro de los límites del SAR se ha reportado 35 especies que pertenecen a 6 órdenes y 16 familias. Del total de especies 4 se encuentran bajo el criterio de amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, en tanto que 4 se encuentran en la categoría de peligro de extinción. Solamente la familia Felidae se incluye en el Apéndice II de CITES (Tabla XL).

Tabla XL.- Listado taxonómico de las especies de mamíferos registrados dentro del SAR

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	CITES	Referencia	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago orejón			4	
		<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	A		4	
		<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejón			4	
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago				4
		<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago				4
		<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago				4
		<i>Myotis californica</i>	Murciélago				4
		<i>Myotis volans</i>	Miotis pata larga				4
		<i>Myotis yumanensis</i>	Miotis de Yuma				4
		<i>Myotis evotis</i>	Miotis oreja larga	P			4
		<i>Pipistrellus</i>	Murciélago				4

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	CITES	Referencia
	Antrozoidae	<i>hesperus</i> <i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago			4
	Molossidae	<i>Nyctinomops femorosaccus</i> <i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola suelta Murciélago			4 4
Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache			4
Insectivora	Soricidae	<i>Sorex juncensis</i> <i>Notisorex crawfordi</i>	Musaraña Musaraña	P A		4 4
Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys bottae</i>	Tuza			4
	Heteromyidae	<i>Dipodomys gravipes</i>	Rata canguro	P		2
	Sciuridae	<i>Spermophilus beecheyi</i>	Ardilla de California			1,2,3
	Muridae	<i>Mus musculus</i> <i>Microtus californicus</i> <i>Peromyscus californicus</i> <i>Perognathus californicus</i> <i>Neotoma fuscipes</i>	Ratón casero Meteoro de California Ratón de California Ratón	P		3 2 2,5 5 5
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i> <i>Sylvilagus audubonii</i> <i>Sylvilagus bachmani</i>	Liebre cola negra Conejo desértico Conejo matorralero			1,3,4 4,5 4
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i> Urocyon cinereoargenteus Vulpes macrotis	Coyote Zorro Zorro del desierto		A A	4 4 4
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tejon	A		4
	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo			4
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle			4
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince		Apéndice II	4

Abreviaturas: Categoría: (P) Peligro de extinción, (A) Amenazada, (R) Rara. Hábitat: (C) Chaparral; (MC) Matorral Costero; (VA) Vegetación Arbórea ribereña; (ZC) Zona de cultivo. (ZH) Zona habitacional. Referencias: (1) Proesteros (Inédito); (2) Mellink, 2002; (3) Jaime-Padilla, 1985; (4); Ceballos et al., 2005; (5) CICESE, 2002.

IV.2.2.4 Fauna terrestre dentro del polígono que delimita al polígono del proyecto

En el sitio del proyecto no hay fauna terrestre debido a que el proyecto incluye en la parte costera una playa con un sustrato arenoso y cantos rodados.

IV.2.2.5 Fauna marina registrada dentro del Sistema Ambiental Regional

Zooplankton

Dentro del polígono que delimita al SAR, Hernández *et al.*, (1987) reportaron que los crustáceos constituyeron la clase más representativa de la fauna planctónica, sumando el 49% de la abundancia total. En orden de importancia, los quetognatos del género *Sagitta* ocuparon el 43.8% siendo el grupo dominante, seguido de las larvas de braquiuros (16.8%), los copépodos *Labidocera* spp (9.8%), los misidáceos (8.6%), los decápodos (7.1%), el copépodo *Calanus pacificus* estuvo representando en un 3.9% y los otros representaron el 8.6% restante. Esto coincide con lo reportado por Vasquez Yemons, (1996) donde el 62.85% fueron crustáceos, de los cuales el 24.4% fueron copépodos calanoideos y 18.8% braquiuros. Los quetognatos representaron un 29.4% del total de la comunidad.

Invertebrados bénticos

Invertebrados bénticos en la plataforma continental

En un estudio de los macroinvertebrados bénticos que habitan la plataforma continental desde el área de Tijuana hasta Punta Banda (área que incluye el SAR) realizado por Rodríguez Villanueva, (2005) identifico un total de 552 especies. De las cuales 33 especies del Phyla Annelida, Equinodermata, Molusca y Crustacea presentaron las mayores abundancias y dominaron la estructura comunitaria constituyendo el 50% del total de macroinvertebrados bénticos presentes en el área. En otro estudio realizado por Escalada-Fleites y Millan-Núñez (1990) abarcando el desde Punta San Miguel hasta la Boca del Estero de Punta Banda identificaron un total de 152 especies. Rodríguez Villanueva, (2005) determinó tres subgrupos en la parte sur de la bahía (desde Punta San Miguel hasta Punta Banda. El primer subgrupo se encontró en la planta de tratamiento El Sauzal en donde quedaron ubicadas las especies *Oxyurostylis pacifica*, *Tellina modesta*, *Armandia brevis* y *Dorviella (S.) annulata*, otro en la dársena portuaria de Ensenada conformado por las especies *Cossura* sp A. *Monticellina sibilina* y *Scoletoma tetraura* y un tercer subgrupo quedo constituido por los sitios ubicados en la planta de tratamiento El Gallo y la boca del Estero de Punta Banda donde destacaron las especies *Diastylopsis tenues*, *Ampharete labrops*, *Polydora cirrosa*, *Spiphanes bómbox*, *Photis brevipes* y *Dendraster excentricus*.

En un estudio de equinodermos realizado por Pacheco Ruiz y Aguilar Rosar (1982) registraron en 16 estaciones establecidas dentro del SAR en profundidades entre 8-85 m la presencia de tres Clases (Asteroidea, Ophiuroidea y Echioidea) representado en 7 géneros y 8 especies de equinodermos (*Astropecten* spp., *Patiria miniata*, *Ophioderma panamense*, *Lytechinus anamensis*, *Lovenia cordiformes*). De los cuales solamente *Astropecten armatus* y *Lovenia cordiformis* fueron encontrados a una profundidad menor de 9 m. El resto de las especies se encontraron a profundidades mayores de 20 m dentro de la Bahía de Todos Santos.

Rodríguez-Villanueva (1997) reportó la presencia de 45 familias de la clase Polychaeta dentro del polígono del SAR. Las familias Spionidae, Capitellidae, Paraonidae, Cirratulidae, Maldanidae, Ampharetidae y Nephytidae dominaron la estructura de la comunidad en la Bahía. Estas familias representan el 67% de la fauna poliquetológica. Este autor menciona que aproximadamente el 70% de la bahía es un ambiente muy favorable, constante y poco estresado para el desarrollo de la comunidad de poliquetos.

Invertebrados bénticos en la franja costera

Dentro de los límites de la franja costera del SAR encontramos diferentes tipos de costa lo que da lugar a una variada riqueza de grupos y especies de invertebrados bénticos. Olson (1982) reconoce seis tipos de costa de acuerdo a la pendiente, la dirección y exposición al oleaje y tipo de sustrato dentro de la Bahía de Todos Santos. En un estudio realizado por CICESE, (2002) en la bahía Salsipuedes reportaron la presencia de 5 phyla (Annelida, Cnidaria, Echinodermata, Arthropoda y Mollusca), en 8 Clases, 20 Familias, 19 géneros y 24 especies de invertebrados bénticos en la zona intermareal rocosa.

Con respecto a los crustáceos Bonfil Sander, (1983) realizó un estudio de los crustáceos braquiuros dentro del SAR en la franja costera. Este autor determinó la presencia de 18 especies en la costa rocosa semiexpuesta, mientras que en la costa rocosa semiprotegida encontró 16 especies. En la porción lodosa-arenosa protegida del Estero de Punta Banda registró 3 especies en donde es el único biotopo del cangrejo violinista (*Uca crenulata crenulata*). En cambio, en la costa arenosa semiexpuesta no hubo presencia de braquiuros en el nivel intermareal. Alonso Alemán, (1988) realizó un estudio de los crustáceos anomuros y talasioideos dentro del SAR y determinó 15 especies en las costas rocosas o rocoso-arenoso y 5 especies en costas arenosas.

Campos E. y G. Villareal, (2008) registraron para la Bahía Todos Santos 26 especies de isópodos, de los cuales 9 se encontraron en el ambiente sublitoral de arena fina, 6 en rocas entremareas, 2 en algas en entremareas, 7 sobre algas y 1 especie en el pasto marino (*Zostera marina*) presente en el Estero Punta Banda.

En la costa arenosa se han realizado algunos estudios dentro de los cuales tenemos el efectuado por Pamplona-Salazar, (1977) donde reportó la presencia de 12 especies de invertebrados; García Pamanes y Che Barragán, (1976) encontró 6 especies, Jiménez-Pérez et al (1992); Morelos-Villegas, (2006) registraron 13 especies, mientras que, Molina-Peralta y Jiménez-Pérez, (2006) registraron 15 especies, de las cuales el bivalvo *Donax gouldii* fue la especie dominante y registró la mayor abundancia.

Peces

Beltrán Félix *et al.*, (1986) efectuaron un estudio de la ictiofauna en el Estero de Punta Banda y colectaron 1660 peces representado en 16 familias y 23 especies. De las cuales el lenguado de California (*Paralichthys californicus*) y la curvina (*Roncador stearnsii*) juntos representaron el 73.5% de la captura total anual por abundancia. En otro estudio realizado por Hamman y Rosales Casian (1989) reportaron la presencia de 59 especies dentro de la Bahía Todos Santos y colectaron 7585 individuos. Diez especies (*Seriphus politus*, *Genyonemus lineatus*, *Citharichthys stigmaeus*, *Synodus lucioceps*, *Icelinus quadriseriatus*, *Anchoa compressa*, *Paralichthys californicus*, *Citharichthys xanthostigma*, *Zaniolepis latipinnis* y *Platyrhinoidis triseriata*) constituyeron el 90% de la abundancia de la ictiofauna demersal. Ramírez González (1990) encontró una riqueza de 53 especies de peces demersales y cuantificó 7563 individuos. De este total de especies solamente 10 especies constituyeron el 89% de la abundancia total.

Mamíferos marinos

Hay 9 especies de mamíferos marinos que han sido reportados dentro del polígono que delimita al SAR. Las ballenas durante su migración pasan por un corredor de 2.5 km de ancho a una distancia mínima de 0.25 km de la isla Norte (Heckel, 2001). En el caso de los delfines dos especies son residentes y 3 son visitantes ocasionales así como es el caso del elefante marino y la foca común. Solamente los tursiones (*tursiops truncatus*) son residente permanentes y habitan cerca de la costa y pueden ser vistos a menos de 1 km entre la entre la isobata de 5 y 10 m en la costa abierta arenosa. Los mayores avistamientos en un estudio efectuado entre julio 1999-junio 2000 se dieron en primavera y verano (n=9, 75% del total; 18.2 delfines/km²) en la zona localizada entre la dársena del Puerto de Ensenada y la Barra del Estero Punta Banda. La mayor concentración de tursiones se concentró en la región más cercana a la boca del Estero de Punta Banda. Un patrón común de los tursiones es concentrarse en zonas específicas (Guzón Zatarain, 2002). En la Tabla XLI se menciona un listado de las especies presentes así como su distribución dentro de la bahía y a que profundidad se encuentran.

Tabla XLI.- Especies de mamíferos observados dentro del polígono que delimita al SAR

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Ocurrencia	Distribución dentro de la BTS	Profundidad de buceo (m)
Balanopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Visitante estacional	Extremo suroeste de las Islas Todos Santos	Aguas profundas
Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	Tursiones	Residente permanente	Dentro de la Bahía de Todos Santos, Boca del Estero de Punta Banda	5-10
Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro largo	Residente permanente	Boca del Estero de Punta Banda	Más de 10
Delphinidae	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos del Pacífico	Visitante ocasional	Fuera de la BTS, no es común en las costas	Más de 10
Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	Visitante ocasional	Fuera de la BTS, no es común en las costas	500

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Ocurrencia	Distribución dentro de la BTS	Profundidad de buceo (m)
Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Visitante estacional	Extremo suroeste de las Islas Todos Santos, cerca de la costa <0.5 km. Estero de Punta Banda	7-aguas profundas
Otariidae	<i>Zalophus californianus californianus</i>	Lobo marino de California	Residente	Isla Todos Santos, Extremo suroeste de la BTS al final de la Península de Punta Banda, Boca del Estero de Punta Banda	5-164
Phocidae	<i>Mirounga angustirostris</i>	Elefante marino	Visitante estacional	Islas Todos Santos	100-1273
Phocidae	<i>Phoca vitulina richardii</i>	Foca común	Visitante estacional	Islas Todos Santos y en la Boca del Estero de Punta Banda	-200

IV.2.2.6 Fauna marina registrada en el sitio de proyecto

Aves marinas

Durante la campaña de muestreo realizado en el sitio de estudio en el puerto El Sauzal se observaron algunas especies de aves pertenecientes a 6 familias, 6 géneros y 7 especies. De las cuales, las gaviotas fueron observadas tanto en la playa arenosa como en el espigón del puerto El Sauzal junto con los cormoranes y los pelícanos. Mientras que, la garza nivea y los pihuihui fueron observados en la playa en la subzona medio litoral. El zambullidor así como los pelícanos fueron observados nadando en la zona marina dentro de la infraestructura del puerto El Sauzal. En la Tabla XLII se presenta el listado de aves observadas en el sitio del proyecto. En la Figura 49 se presentan imágenes de las especies encontradas en los distintos ambientes.

Tabla XLII. Listado de aves marinas encontradas en la playa y en el espigón dentro del Puerto de El Sauzal, Ensenada, Baja California

Familia	Nombre común	Nombre científico	Ocurrencia	Hábitat	Referencia
Ardeidae	Gaviota de California	<i>Larus californicus</i>	E	M	1,5
Laridae	Gaviota del oeste	<i>Larus occidentalis</i>	P	LI, PA	1,2,5
Phalacrocoracidae	Garza nivea	<i>Egretta thula</i>	P	PL, LT, MC	1,2,3
	Cormoranes	<i>Phalacrocorax auritus</i>	P	LI	5
Podicipedidae	zambullidor del oeste	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	E	LI	4
Pelecanidae	Pelicano café	<i>Pelecanus occidentalis</i>	P	LI, PA	1,2,5
Scolopacidae	Pihuihui	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	E	PL	2,4

Simbología. Ocurrencia: (P) residentes Permanentes; (E) visitantes Estacionales. Hábitat: (LT) Litoral; (LI) Limnético; (MC) Matorral Costero; (PL) Planicie Lodosa o Limícola; (PA) Playa Arenosa. Referencias: (1) Fitzpatrick, 2002; (2) Ruiz-Campos et al., 2005; (3) Gerardo Avendaño, 1993; (4) De León Girón, 2004, (5) CICESE, 2002. La distribución fue obtenida de National Geographic, (2002).

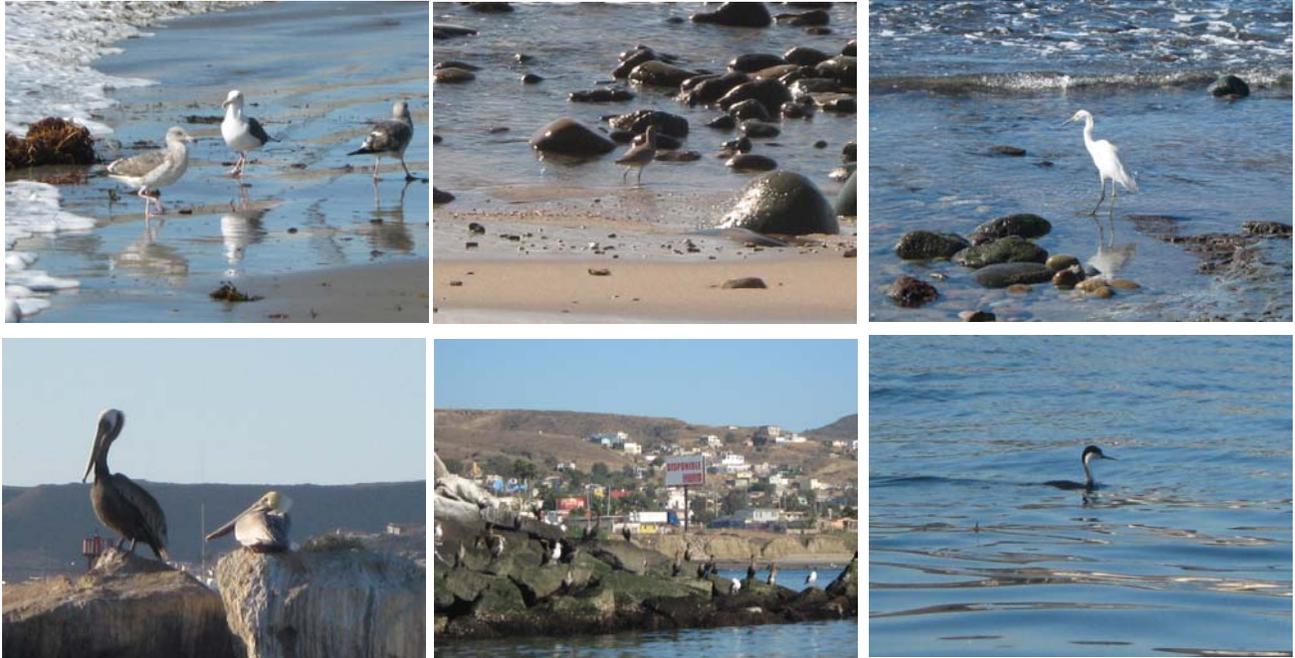


Figura 49. Aves marinas encontradas en el sitio del proyecto
En la playa arenosa se observaron gaviotas (*Larus spp*), pihuhuis (*Catoptrophorus semipalmatus*) y una garza (*Egretta thula*). Mientras que en el espigón se encontraron gaviotas, cormoranes (*Phalacrocorax auritus*) y pelícanos (*Pelecanus occidentalis*). En el medio marino se observaron pelícanos y algunos ejemplares de zambullidores (*Aechmophorus occidentalis*)

Mamíferos marinos

Durante las campaña de muestreo realizada en el sitio de estudio en el puerto El Sauzal se observó que en el espigón del puerto del Sauzal hay una pequeña colonia de lobos marinos de California (*Zalophus californianus californianus*) los cuales pueden ser observados nadando dentro del puerto o descansando sobre las rocas que forman el espigón. En el medio marino dentro del área de influencia del proyecto se observaron varios ejemplares de lobos marinos así como un ejemplar de foca común (*Phoca vitulina richardii*) cerca del manto de sargazo localizados al Sur del sitio del proyecto. En la Tabla XLIII se muestran las características, distribución y profundidad de buceo de los mamíferos marinos en el sitio del proyecto. En la Figura 50 se muestran los ejemplares de lobos marinos en el espigón del puerto de El Sauzal.

Tabla XLIII. Características de ocurrencia, distribución y profundidad de buceo de los mamíferos observados en el sitio del proyecto

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Ocurrencia	Distribución dentro de la BTS	Profundidad de buceo (m)
Otariidae	<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de California	R	Isla Todos Santos, Extremo suroeste de la BTS al final de la Península de Punta Banda, Boca del Estero de Punta Banda	5-164
Phocidae	<i>Phoca vitulina richardii</i>	Foca común	E	Islas Todos Santos y en la Boca del Estero de Punta Banda	-200

Simbología. Ocurrencia: (R) residentes Permanentes; (E) visitantes Estacionales.



Figura 50. Ejemplares de lobos de California (*Zalophus californianus*) observados en el espigón dentro del puerto El Sauzal

Peces

Durante las campañas de muestreo donde se utilizó buceo autónomo se observaron algunas especies de peces principalmente aquellas asociadas a los mantos de sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*). En total en el área de estudio se cuantificaron 204 ejemplares pertenecientes a 5 familias, 5 géneros y 6 especies. En la Tabla XLIV se presentan las características de las especies de peces registradas en este estudio.

Tabla XLIV. Características de distribución y profundidad de peces en el sitio del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Profundidad (m)
Serranidae	<i>Paralabrax clathratus</i>	Cabrilla sargacera	Pacifico Oriental: Columbia River en Washington, USA hasta Baja California Sur, México.	?-30
	<i>Paralabrax nebulifer</i>	Cabrilla arenera	Pacifico Oriental: Desde Santa Cruz en California Central, USA hasta bahía Magdalena, Baja California, México.	?-30
Pomacentridae	<i>Hypsypops rubicundus</i>	Garibaldis	Pacifico Oriental Central: Monterey Bay en California, USA hasta Baja California Sur e Isla Guadalupe, México.	0-30
Embiotocidae	<i>Hyperprosopon ellipticum</i>	Perca	Pacifico Oriental: Sur de British Columbia, Canadá hasta Río San Vicente, Baja California, México.	? – 110
Haemulidae	<i>Xenistius californiensis</i>	Pajarillo	Pacifico Oriental: Monterey Bay en California, USA hasta Perú.	1-11
Hexagrammidae	<i>Oxylebius pictus</i>	Molva pinta	Pacifico Oriental: Kodiak Island, Alaska hasta Punta San Carlos, Baja California.	? – 49

Durante el muestreo realizado en el transecto establecido en la zona donde se pretende construir el rompeolas se encontró un sustrato predominantemente rocoso con escasos parches de arena. En el transecto de 200 m solamente se encontró un cardumen de 30 ejemplares de cabrillas sargaceras (*Paralabrax clathrathus*).



Figura 51.- Cabrillas areneras (*Paralabrax nebulifer*) observadas en el sustrato arenoso-rocoso.

La riqueza de especies y abundancias de peces se incrementaron en la periferia y dentro de los mantos de sargazo gigante. Dentro del manto de sargazo Norte se observó un cardumen de cabrillas areneras (*Paralabrax nebulifer*) de 15 ejemplares, así como un cardumen de cabrillas sargaceras de 13 ejemplares, 4 ejemplares de garibaldis (*Hypsypops rubicundus*) y 2 ejemplares de molvas pintas (*Oxylebius pictus*).

En los transectos colocados en el área donde se pretende realizar obras de dragado para construir el canal de navegación se establecieron 6 transectos. El tipo de sustrato predominante en los primeros tres transectos fue arena. En el transecto 1 se encontró un cardumen de cabrillas areneras (n=14) y en el transecto 2 un cardumen de 6 ejemplares y 2 ejemplares aislados de cabrilla arenera. En el transecto 3 se encontraron algunos ejemplares de sargazo gigante lo que dio lugar a que la riqueza de especies de peces se incrementó a 5 especies. De las cuales, se cuantificaron 18 ejemplares de cabrillas sargaceras, 2 ejemplares de cabrillas areneras, dos garibaldis, un cardumen de percas (*Hyperprosopon ellipticum*) y una escuela de pajarillos (*Xenistius californiensis*) (n=30). En el cuarto transecto el tipo de sustrato predominante fue rocoso y se encontraron algunos ejemplares de sargazo gigante. En este sitio se observaron 5 ejemplares de cabrillas sargaceras, un cardumen de cabrillas areneras (n=19) y 3 garibaldis. En el 5 transecto predominó el sustrato arenoso con rocas aisladas, en el sitio solamente se observaron 16 ejemplares de cabrillas areneras. En el último transecto el sustrato era rocoso y solamente se encontraron 2 ejemplares de carbilla arenera y un ejemplar de cabrilla sargacera.

Invertebrados marinos en la zona intermareal

Se realizó una campaña de tres salidas de campo en el mes de noviembre 2009 para estudiar la zona intermareal en el sitio del proyecto. En el sitio del proyecto el paisaje esta constituido de cantiles de alturas variables desde 4 hasta 8 m. El sustrato en la playa es principalmente de arena con algunos

cantos rodados de distintos tamaños que sobresalen en el sublitoral. Desde el espigón del puerto de El Sauzal a unos 550 m al Sur aproximadamente se puede observar una zona de transición entre la playa arenosa y los cantos rodados que dan lugar a una playa rocosa.

Para efectuar el estudio de la flora y fauna presente en la playa se colocaron 4 transectos perpendiculares a la costa a 150m, 300m, 450m, 550 m. En cada transecto se establecieron 3 cuadrantes de 0.25 m² (1 m² por transecto). Para elegir el sitio donde se colocarían los cuadrantes se siguió la zonificación de Dahl, (1952) para playas arenosas. En cada sitio se extrajeron 20 litros de sedimento a una profundidad de 10 cm dentro del cuadrante. El sedimento fue colectado en una cubeta de 20 litros y tamizada malla de 0.5 mm de apertura in situ con agua marina (Ver Anexo VII).

Como resultado de este estudio se registraron un total de 3 phyla (Annelida, Arthropoda y Nemertea), en 4 clases, 5 órdenes, 12 familias representadas en 12 géneros y 11 especies. En la Tabla XLV se presenta el listado taxonómico.

Tabla XLV. Listado taxonómico de las especies encontradas en la zona intermareal arenosa

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Annelida	Polychaeta		Glyceridae	<i>Hemipodus borealis</i>
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Cirolanidae	<i>Cirolana harfordi</i>
			Flabelliferae	<i>Exosphaeroma inornata</i>
		Amphipoda	Talitridae	<i>Orchestoidea californica</i>
			Phoxocephalidae	<i>Heterophoxus oculus</i> (colmes, 1908)
	Malacostraca	Decapoda	Pleustidae	<i>Parapleustes pugettensis</i> (Dana, 1853)
			Stilipedidae	<i>Astyra sp</i>
			Caprellidae	<i>Caprella equilibra</i> Say, 1818
			Hippidae	<i>Emerita analoga</i> Stimpson, 1857
Maxillipoda	Copepoda	Albuneidae	<i>Blepharipoda occidentalis</i> J.W. Randall, 1840	
		Calanidae	<i>Calanus pacificus</i> Brodsky, 1948	
Nemertea	Anopla	Paleonemertea	Carinomidea	<i>Carinoma mutabilis</i>

Invertebrados marinos en la zona submareal

Como resultado de este estudio se registró un total de 8 phyla (Annelida, Arthropoda, Chordata, Cnidaria, Echinodermata. Mollusca, Nemerte, Porifera) comprendido en 13 clases, 21 ordenes, 32 familias representadas en 41 especies. En la Tabla XLVI se presenta el listado taxonómico de las especies de invertebrados registrados en el área de estudio.

Tabla XLVI. Especies de invertebrados marinos presente en el área del proyecto en el sustrato rocoso-y sustrato de arena (señalado en negritas) de la zona submareal del Sauzal, Baja California

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie			
Annelida	Polychaeta	Aciculata	Nephtyidae	<i>Nephtys caeocides</i>			
			Polyoinidae	<i>Harmothe sp</i>			
			Nereididae	<i>Nereis procera</i>			
			Cirratulidae	<i>Chaetozone</i>			
			Canaliculata	Oweniidae	<i>Owenia collaris</i>		
		Spionidae		<i>Prionospio pygmaea</i>			
				<i>Aonides glandulosa</i>			
		Capitellidae		<i>Mediomastus californiensis</i>			
		Arthropoda		Malacostraca	Isopoda	Munnidae	<i>Uromunna ubiquita</i>
			Sphaeromatidae			<i>Exosphaeroma inornata</i> Dow, 1958	
Idoteidae	<i>Idotea ferkesi</i>						
Cumacea	Nannastacidae		<i>Campylaspis sp A</i>				
			<i>Cumaceo sp A</i>				
Amphipoda	Gammaridea		<i>Atylus tridens</i>				
	Phoxocephalidae		<i>Foxiphalus sp</i>				
	Caprellidae		<i>Caprella equilibra</i>				
	Ampeliscidae		<i>Ampelisca sp</i>				
	Decapoda				<i>Isochelis pilosus</i>		
		Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	<i>Octopus bimaculoides</i>		
		Maxillopoda	Sessilia	Tetraclitidae	<i>Tetraclita rubescens</i> Darwin, 1854		
Chordata	Ascidiacea	Pleurogona	Styelidae	<i>Styela sp</i>			
Echinodermata	Echinoidea	Clypeasteroidea	Dendrasteridaceae	<i>Dendraster excentricus</i> (Eschscholtz, 1831)			
				Asteroidea	Forcipulatida	Asteriidae	<i>Pisaster ochraceus</i> (Brandt, 1835)
							<i>Pisaster giganteus</i> (Stimpson, 1857)
	<i>Pycnopodia helianthoides</i> (Brandt, 1835)						
	<i>Patiria miniata</i> (Brandt, 1835)						
	Echinodea	Echinoida	Strongylocentrotidae	<i>Strongylocentratus purpuratus</i>			
				<i>Strongylocentratus franciscanus</i>			
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Olividae	<i>Olivella baetica</i> Carpenter, 1864			
			Buccinidae	<i>Kelletia kelletii</i> (Forbes, 1850)			
			Archaeogastropoda	Trochidae	<i>Norrisia norrisii</i> (G.B. Sowerby II, 1838)		
				Turbinidae	<i>Megastrea undosa</i>		
					<i>Acmea sp</i>		
				Haliotididae	<i>Haliotis cracherodii</i> Leach, 1814		
			Bivalvia	Myoida	Pholadidae	<i>Chaceia ovoidea</i> (Gould, 1851)	
Nemertea	Anopla	Paleonemertea	Tubulanidae	<i>Tubulans sp</i>			

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Porifera	Dermospongia	Haplosclerida	Chalinidae	<i>Shesiospongia confoederata</i>
		Poecilosclerida	Acamnidae	<i>Haliclona sp</i>
				<i>Acamnus erithaceus</i> de Laubenfels, 1927
Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Plexauridae	<i>Muricea californica</i> Aurivillius, 1931
		Aglaophenia	Aglaopheniidae	<i>Aglaophenia struthionides</i> (Murray, 1860)

Especies bajo algún status de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2001, en veda, en el calendario cinegético, o que sean especies indicadoras de la calidad del ambiente y CITES

Ninguna de las especies de macroalgas encontradas en el sitio del proyecto se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni tampoco en algún apéndice de CITES.

Ninguna de las especies de invertebrados marinos registrados en el sitio del proyecto se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni tampoco en algún apéndice de CITES.

De las especies de invertebrados registrados en el sitio del proyecto, las especies comerciales abulón negro (*Haliotis cracherodii*), el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y la langosta roja (*Panulirus interruptus*) son consideradas especies de veda permanente y existe una fecha establecida para su aprovechamiento.

Ninguna de las especies de peces marinos de escama registrados en el sitio del proyecto se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni tampoco en algún apéndice de CITES.

De las especies de mamíferos registrados en el sitio del proyecto solamente el lobo marino (*Zalophus californianus*) se encuentra bajo la categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo

En el sitio del proyecto dentro de las especies con valor comercial y para autoconsumo se encuentran todos los peces de escama. En los mantos de sargazo se aprovechan las cabrillas (*Paralabrax spp*), las percas (*Hyperprosopon ellipticum*) e inclusive los garibaldis (*Hypypops rubicundus*).

De los invertebrados con valor comercial y de autoconsumo se encuentra el erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* y el erizo morado *S. purpuratus*, las estrellas de mar *Pisaster giganteus*, *Pisaster ochraceus* y *Patiria miniata*, así como el caracol panocha *Lithopoma* (antes *Astraea undosa*).

De las especies con valor estético se encuentran las aves y los mamíferos registrados en el sitio del proyecto. En el fondo marino, la fauna asociada al sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*) tales como las estrellas de mar (*Pisaster spp*, *Patiria miniata*, *Pycnopodia helianthoides*), el caracol panocha y al erizo

en bajas densidades, así como las algas rojas coralinas y calcáreas incrustantes podrían considerarse como las especies más representativas de los mantos estudiados y como parte esencial y con valor científico en la comunidad béntica de los bosques.

IV.2.3 Paisaje

La dinámica del paisaje a corto y medio plazo responde, normalmente, a las actuaciones que el hombre ejerce sobre el medio en que habita y éstas afectan, en mayor o menor medida, su aspecto perceptible al igual que pueden alterar a cualquier otro componente del medio ambiente.

El paisaje integra un conjunto de fenómenos naturales y culturales que se dan en una extensión de terreno. Por un lado, la estructura del suelo (topografía, composición, cuerpos de agua, etc.) y su revestimiento vegetal y animal y, por otro, la aportación del elemento humano y cultural, constituyen los componentes (visibles y no visibles) esenciales del mismo --González Bernaldez (1981) se refiere a los aspectos visibles del paisaje como el fenosistema y a los aspectos no visibles del mismo, o al menos de más difícil o velada percepción visual, como el criptosistema--. El paisaje es entonces un conjunto indisoluble de todos esos elementos inherentes a un territorio, como un todo. Sus elementos constituyentes se interrelacionan, condicionándose recíprocamente, de tal forma que su función sólo se concibe dentro de un esquema dinámico integrado (Bertrand, 1968; Muñoz Jiménez, 1979 y Moreno y García-Abad, 1996).

El análisis de paisaje en este apartado se centra en el poblado de El Sauzal y sus inmediaciones, alrededor del trazo del proyecto, debido a que de la parte restante del SAR difícilmente se verá modificado escenario alguno con motivo de la ampliación del puerto.

Fenosistema

A partir de los aspectos visibles, se apreciarán, sobre todo, la morfología y la estructura, distinguiéndose diferentes unidades espaciales. La visión directa sobre el terreno, desde un plano horizontal y panorámico o puntual, aporta unas notas de generalidad, en unos casos, y de detalle, en otros, de una situación momentánea y actual. Adicionalmente, la perspectiva del terreno permite la sucesión de diferentes planos de fondo; en general, siempre es factible una diferenciación al menos entre un primer plano de proximidad, otro extremo de máxima lejanía y uno intermedio.

Para el caso que nos ocupa, se definen tres áreas de observación (Figura 52) cuya orografía es relevante desde el punto de vista de la definición de cuencas visuales en función de la posición del observador, e induce a establecer al menos tres distintas coropletas¹ o unidades uniformes: 1) Paisaje

¹ Unidades discretas del paisaje consideradas homogéneas de acuerdo a algún criterio o conjunto de criterios que atienden a

de playa; 2) Paisaje marino; y 3) Paisaje portuario. Las áreas de observación se identificaron como: a) Parte alta del poblado; b) Parte baja del poblado; y c) Franja costera adyacente al proyecto.



Figura 52. Áreas de observación definidas para las inmediaciones del sitio del proyecto
a) Parte alta del poblado de El Sauzal (sombreada en color verde); b) Parte baja del poblado; y c)
Franja costera adyacente al proyecto (sombreada en color azul)

En la percepción del paisaje, además de la distancia, intervienen otros factores como la posición del observador; de modo que, desde un enfoque visual, dichas coropletas se integran o no al escenario, dependiendo de la perspectiva que un observador potencial puede tener; lo cual, a su vez, favorece la existencia de cierta diversidad de paisajes. Entre esta diversidad destacan los paisajes marinos, que pueden considerarse como los de mayor valor estético o, por lo menos, los que presentan mayor calidad de fondo escénico; además de que se alcanzan a apreciar, en mayor o menor grado, desde cualquiera de las tres áreas de observación definidas.

características intrínsecas del territorio (Díaz de Terán, 1988).

Mientras que la coropleta N° 1 solo se aprecia desde la franja costera, la N° 2 se puede observar prácticamente desde cualquiera de las áreas de observación definidas, y la N° 3 no se incorpora al paisaje de la parte baja del poblado.

Criptosistema

Los aspectos no visibles ayudan a entender otras cuestiones de detalle, de relación, coyunturales y algunas cuya manifestación visual sobre el espacio es menos aparente o requiere un conocimiento más elaborado de la realidad.

Respecto al puerto y poblado de El Sauzal de Rodríguez, es conveniente saber que ambos tienen su origen en la industria pesquera y que el nombre mismo apela a su historia. Fue durante el año de 1928 que el general Abelardo Rodríguez, como gobernador del estado en funciones, fundó el puerto de El Sauzal e instaló en esta localidad una empacadora llamada “Compañía de Productos Marinos”, que a la postre se convertiría en la paraestatal “Pesquera del Pacífico”, erigiéndose como la procesadora de productos pesqueros más importante del país y de América latina, hasta 1980.

Debido a la creciente demanda de mano de obra y a las largas distancias que los empleados debían recorrer para llegar a su fuente de trabajo, fue la compañía del general Rodríguez la que construyó las primeras casas para los trabajadores en El Sauzal, junto a la empresa, en lo que actualmente se conoce como el barrio de Manchuria. Más tarde, conforme fue creciendo la población, gran parte de la cual trabajaba en la industria pesquera, el espacio disponible en Manchuria resultó insuficiente y el área habitacional se extendió hacia el otro lado de la carretera.

El poblado quedó entonces partido en dos por la autopista Tijuana-Ensenada, pero esta división parece coincidir con ciertas diferencias en la estructura urbana (Chenaut, 1985). Entre el mar y la carretera (pocos metros) aún se pueden observar las instalaciones (actualmente en su mayoría subutilizadas) de la industria que dio origen al poblado; así como el mencionado barrio de Manchuria. Al otro lado de la carretera, extendiéndose sobre el lomerío, la zona habitacional resultante de la expansión de la población.

IV.2.3.1 Calidad paisajística del Sistema Ambiental

Con el fenosistema y el criptosistema descritos como contexto, a continuación se analiza el paisaje considerando dos enfoques: a) el concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características de los medios físico y cultural; y b) la capacidad de asimilación que tiene el paisaje, de los efectos derivados del establecimiento del proyecto.

Características intrínsecas

El rasgo característico del SAR es su franja costera, desde Bahía Salsipuedes hasta la Península de Punta Banda, con una conformación variada que incluye cantiles, playa arenosa, dunas y laguna costera con muy alto potencial paisajístico, tanto de uso recreativo como turístico; sin embargo, hay déficit de infraestructura y mobiliario que dé servicio a estos usos (IMIP, 2009). Particularmente, la costa desde punta San Miguel hasta el puerto de El Sauzal de Rodríguez, está formada por una playa con pendiente suave y estructura rocosa / arenosa principalmente.

Otra característica intrínseca destacada del paisaje en el SAR es su riqueza faunística y florística endémica y con especies clave que, sin embargo, se encuentra ausente en el sitio del proyecto y sus inmediaciones, por tratarse de una zona urbanizada. En el área costera en la que se pretende desarrollar el proyecto, colindan predios en régimen de propiedad privada con usos de suelo tanto industriales como comerciales y habitacionales.

Calidad visual del entorno inmediato

En la parte alta del poblado puede considerarse que existe una buena calidad visual del entorno. En esta porción del trazo pueden apreciarse tanto la Bahía de Todos Santos, como las islas del mismo nombre y la península de Punta Banda (como horizonte visual), así como el Puerto de El Sauzal, y su actividad naviera que forma parte intrínseca de la amenidad del paisaje. En el contexto del entorno inmediato también se puede apreciar el poblado mismo. Es decir, desde la parte alta de El Sauzal se cuenta con paisaje urbano, portuario y natural (marino) de buena calidad estética. Por otro lado la zona costera aledaña al proyecto, desde una perspectiva muy distinta, goza de una magnífica panorámica de playa conformada, además, con los elementos naturales que conforman a la bahía y que también son visibles desde la parte alta del poblado (Figura 53). En esta área de observación la actividad naviera también forma parte de la amenidad del paisaje.

La calidad visual de la parte baja del poblado es muy distinta y se ve afectada por las actividades antropogénicas, así como por los asentamientos humanos existentes y en desarrollo. Debido a que cada vez existen más construcciones colindantes con la zona federal marítimo terrestre (Figura 54), desde la parte baja del poblado son cada vez menos los puntos desde donde se puede apreciar el entorno natural (la bahía) o el puerto. Desde esta coropleta el paisaje es más bien urbano, con cada vez más escasos claros entre las construcciones, que permitan apreciar los paisajes marinos.



Figura 53. Elementos naturales que conforman a la bahía, dcomo se aprecian desde la franja costera aleaña al proyecto.



Figura 54. Aspecto de algunas construcciones colindantes a la zona federal marítimo terrestre en la franja costera aleaña al proyecto.

Calidad del fondo escénico

Usualmente se considera la calidad del fondo escénico como el elemento de la calidad paisajística que contempla el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Este elemento incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, cuerpos de agua (apreciación a distancia), y parámetros geomorfológicos. La calidad del fondo escénico del SAR es posiblemente el elemento más destacado de su calidad paisajística. La presencia de cantiles de singular complejidad geomorfológica (Figura 55) aunada a la presencia de playas, dunas y demás elementos naturales que conforman la Bahía de Ensenada, otorgan a este elemento importantes valores estéticos para un observador ubicado en la zona aledaña al trazo del proyecto. Estas características pueden apreciarse en la Figura 56.



Figura 55. Cantil cercano al sitio del proyecto en la costa de la Bahía de Todos Santos.

IV.2.3.2 Visibilidad

Para realizar el análisis de la visibilidad, se consideraron las áreas de observación ya descritas para el poblado de El Sauzal, con enfoque hacia el mar. Es decir, no se evaluó la visibilidad con dirección de

mar a tierra, ya que evidentemente el proyecto estará integrado al actual escenario portuario y la cantidad de observadores estará restringida casi exclusivamente a usuarios de dichas instalaciones. Desde casi cualquier punto elegido tanto en la parte alta del poblado, como en la franja costera, se tiene buena visibilidad hacia la Bahía de Ensenada.



Figura 56. Valor estético de la franja costera aledaña al proyecto.

IV.2.3.3 Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. Los paisajes del SAR en general se perciben con una alta fragilidad, en virtud de que las alteraciones provocadas por actividades humanas (desmontes, construcción de infraestructura, poblaciones, etc.) fragmentan con facilidad el paisaje y causan alteraciones que difícilmente son “asimiladas” por los elementos del mismo. Lo anterior puede apreciarse especialmente en la franja costera, en donde se

han venido construyendo con escasa planeación y/o regulación, edificaciones de todo tipo que fragmentan el paisaje y, con desafortunada frecuencia, incluso impiden su disfrute.

En el caso particular de los paisajes aledaños al proyecto este no es el caso general, ya que, al tratarse de la ampliación de la infraestructura portuaria que dio origen al poblado mismo, se integrará plenamente al paisaje existente, confiriéndole, además, un merecido aspecto de modernidad. Sin embargo, en lo que se refiere específicamente a la franja costera aledaña al proyecto, el paisaje también se percibe con alta fragilidad.

IV.2.4 Medio Socio económico

El medio socioeconómico del SAR está influenciado por la crisis económica de escala mundial originada por la caída del mercado hipotecario y los derivados financieros a partir del 2008 y que ha presentando sus mayores efectos durante todo el 2009. Los componentes de este medio han sufrido modificaciones que aún no han sido cuantificadas a detalle y los efectos negativos de la crisis económica aún podrían continuar durante el 2010.

El gobierno federal ha establecido acciones para enfrentar la turbulencia financiera con el objetivo de impulsar el crecimiento y el empleo. Los principales mecanismos incluyen inversión pública en infraestructura como puertos y carreteras, la construcción de una nueva refinería, el impulso y el apoyo a MIPYMES y acciones de desregulación y desgravación arancelaria. (Gobierno de Baja California, 2008)

El Programa para Sostener e Impulsar el Crecimiento Económico del Estado de Baja California 2008-2009 indica que la crisis que afecta al país y a Baja California se presenta por varias vías:

- La caída de la demanda de Estados Unidos de Norte América, que afecta las exportaciones nacionales
- Reducción de las inversiones extranjeras y al mismo tiempo la salida de capitales. La salida de inversiones obedece fundamentalmente a dos factores: a) Las empresas matrices en Estados Unidos de Norteamérica reclaman a sus filiales en México que envíen recursos para enfrentar la crisis de liquidez.; y b) De igual forma, inversionistas estadounidenses compran bonos del Tesoro de Estados Unidos, retirando capitales de México.
- Disminución de remesas por la caída del empleo de los connacionales residentes en los Estados Unidos de Norteamérica.
- Reducción del empleo y remuneración de trabajadores transfronterizos.
- La caída de los ingresos públicos por la reducción del precio internacional del petróleo.
- Fluctuaciones del tipo de cambio.

- Baja de los ingresos locales derivados del turismo.
- Eventual caída de los ingresos públicos.
- Contracción del mercado inmobiliario.

Los gobiernos federal y estatal decidieron implementar acciones de orden local que permitan aprovechar la importante disponibilidad de recursos federales en acciones que puedan ser completadas por programas estatales para promover e impulsar la actividad empresarial y la generación de empleos, que a su vez repercuta en los restantes componentes económicos.

El gobierno estatal decidió orientarse a fortalecer y conservar la planta productiva, proteger el empleo y el ingreso de las familias a través de medidas inmediatas que impliquen ajustes por el lado del gasto e ingresos públicos y la desregulación económica. Los ajustes al gasto incluyen adelantar la obra pública ya autorizada, autorizar nuevas obras públicas que podrán financiarse con ahorros en el gasto corriente, apoyar a proveedores locales en compras del sector público, ampliación de crédito a través de fondos e incremento del gasto social.

La información del medio socioeconómico del SAR incluye información bibliográfica con datos oficiales que aún no reflejan el efecto negativo de la crisis económica ni el efecto positivo de las medidas aplicadas por los gobiernos federal y estatal para combatir la crisis, lo que podría representar un cambio drástico en los procesos y tendencias de cambio de muchos sectores de este medio posterior a la crisis. Por lo tanto la descripción de los componentes socioeconómicos en este apartado indica de manera conservadora los cambios más evidentes del medio posterior a la crisis.

IV.2.4.1 Demografía

Dinámica Poblacional

La mayor concentración poblacional en el SAR se encuentra ubicada en el Centro de Población de Ensenada (CPE), el cual incluye a la Delegaciones de El Sauzal de Rodríguez y Mandadero. Los datos obtenidos en el II Censo de Población y Vivienda 2005, indicaron que el CPE contaba con 298,874 habitantes, equivalentes al 72.28% de la población total del municipio de Ensenada. Del total de habitantes del CPE en 2005, 150,027 eran mujeres y 148,171 eran hombres, equivalente al 50.20% y 49.58% respectivamente. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El comportamiento de la población del Centro de Población de Ensenada se muestra en la Tabla XLVII.

Las proyecciones de población indican que el CPE tendrá 326,411 habitantes en 2010; 363,260 habitantes en 2015 y 470,227 habitantes en 2030. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Tabla XLVII. Dinámica poblacional del CPE en el periodo 1970 a 2005

ÁREA	Censo 1970	Censo 1990	Conteo 1995	Censo 2000	Conteo 2005	Incremento poblacional 1970-2005
Ensenada	77,687	169,426	192,550	224,080	298,874	236.0%

Fuente: IMIP (2009) con datos del INEGI. 1IX Censo de Población y Vivienda 1970, 2XI Censo General de Población y Vivienda 1990, 4XII Censo General de Población y Vivienda 2000, y 3 Conteo de Población y Vivienda 1995 y 5 Conteo de Población y Vivienda 2005.

Natalidad y mortalidad

De acuerdo a datos obtenidos del II Censo de conteo de población y vivienda (INEGI, 2005) se estimó para el municipio de Ensenada un promedio de 2.32 hijos nacidos vivos, resultado de dividir el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 a 130 años de edad, entre el total de mujeres del mismo grupo de edad. Mientras que, para la ciudad de Ensenada fue de 2.13 hijos nacidos vivos. En el 2004 se reportaron 8,152 defunciones del género masculino y 5,225 del género femenino (INEGI, 2004).

Migración

La migración para el 2005 sigue siendo una componente relevante dentro de la dinámica socioeconómica local del centro de población. En el año 2000 el 38.6% de los habitantes del CPE habían nacido en otra entidad, lo cual revela lo mencionado anteriormente sobre la relevancia del crecimiento natural de la población y su influencia en la población total: la entidad contribuye con seis de cada diez habitantes para esta distribución. (Gobierno del Estado de Baja California, 2008)

La distribución poblacional de los habitantes nacidos fuera de la entidad según datos censales del año 2000, se concentraba en el sector Chapultepec. También se observa mayor densidad de población no nativa del estado hacia el sur de la ciudad de Ensenada lo que corresponden a Maneadero, zona del centro de población con mayor concentración de población migrante para el 2000 (Gobierno del Estado de Baja California, 2008).

En el municipio, la migración en conjunto con otros elementos demográficos, ha sido un factor importante en el crecimiento poblacional de esta entidad, ya que nuestra ubicación territorial induce a este movimiento humano, cuyo fin último es la búsqueda de mejores condiciones de vida. (Gobierno del Estado de Baja California, 2008)

En el II Conteo de Población y Vivienda (INEGI, 2005) se registra para Ensenada 12,479 personas (4.79%) entre 5 a 130 años de edad que en el año 2000 residían en otra entidad federativa. En el año 2000 la población migrante provenía principalmente de los Estados de Jalisco con 13.5%, de Sinaloa y Oaxaca el 11.2% respectivamente, el 7.2% había nacido en el Distrito Federal, los que provenían de Michoacán eran el 8.8% y el 8.2% era de Sonora. Para el 2000, la población nativa fue de 50.90%, la

no nativa 39.90% y la no especificada fue de 9.20%. Ensenada fue el municipio que ocupó el cuarto lugar en cuanto a población nacida en otra entidad.

Los principales estados de origen de la población migrante en el municipio son: Oaxaca con el 14.5%, el 12.7% nació en Sinaloa, el 10.6% eran de Jalisco, el 8% de Sonora y 7.5% nacieron en Michoacán.

IV.2.4.2 Tipos de organizaciones sociales predominantes

Las organizaciones sociales regionales más destacadas son PRONATURA, The Nature Conservancy, Wild Coast, Terra Peninsular, Grupo Ecologista de Conservación de Islas y Proesteros. Las organizaciones sociales locales más relevantes son Proplayitas, Hacienda Lo Necesario, Grupo de Manejo y Conservación de Vida Silvestre, Red calidad de Vida, Surfrider Foundation México, Telar Natural y Viva Punta Banda.

Las actividades de estas organizaciones se han enfocado a la protección ambiental de zonas que aún cuentan con recursos ambientales en buen estado.

IV.2.4.3 Vivienda

INEGI (2002) reporta que alrededor del 80% de las viviendas son propias. En tanto que el 16% restante son rentadas y el 4% corresponden principalmente a viviendas prestadas y de aquellos que viven con familiares. El patrón que sigue la vivienda en renta se percibe sobre la zona céntrica y hacia la parte sur del sector Chapultepec (IMIP, 2008). De acuerdo a datos obtenidos del II Censo de conteo de población y vivienda (INEGI, 2005) se estimó para Ensenada un total de 72,422 viviendas propias, con un promedio de ocupantes en viviendas particulares de 3.55 habitantes. En cuanto a la calidad de la vivienda predominan los materiales con construcciones con block y tabique. Respecto a los servicios que disponen las viviendas la cobertura eléctrica es casi total así como el agua (87%), mientras que el drenaje es el servicio más rezagado. Según INEGI (2005) del total de viviendas propias 3007 (23%) no disponen de drenaje o vierten sus descargas a fosa séptica, al suelo o cuerpos de agua y, solamente 103 viviendas propias no disponen de servicios públicos. En la Tabla XLVIII se presentan los datos de vivienda.

Tendencias de crecimiento

En el CPE se observa un incremento constante en el número de viviendas; para 190 se registró un inventario de 36,380 viviendas, y para 1990 se reportó un incremento del 45%. Para el año 2000 se registró un total de 64,063 viviendas y para el 2005 las viviendas ascendieron a 79,934. (Gobierno del Estado de Baja California, 2008)

Tabla XLVIII. Datos de viviendas, presencia o carencia de servicios en las viviendas

Concepto	Total
Total de viviendas	72,422
Promedio de ocupantes en viviendas particulares	3.55
Viviendas particulares que no disponen de drenaje	3007
Viviendas particulares que disponen de drenaje	64,539
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	62,934
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	103
Viviendas habitadas que no disponen de ningún servicio	393

Fuente: II Censo de conteo de población y vivienda (INEGI, 2005).

La evolución que ha presentado la vivienda en el periodo 1960-2005 se caracterizó por un crecimiento que llegó a un punto máximo con una tasa de 5.53% en la década de 1970-1980 y descendió constantemente hasta situarse en 4.53% en el periodo 2000-2005. (Gobierno del Estado de Baja California, 2008)

En el CPE el crecimiento de la vivienda ha sido anárquico, lo que refleja el desequilibrio existente entre la distribución y la apropiación del territorio a causa del acelerado crecimiento de la población hacia la periferia de la ciudad. La distribución de las viviendas en el CPE presenta un patrón periférico en la distribución de las viviendas. Los sectores de Chapultepec, Maneadero y El Sauzal reportaron para el periodo 2000-2005 una tasa de crecimiento de la vivienda de 10.61%, 5.38% y 5.36% respectivamente, mientras que el sector Centro reportó para el mismo periodo una tasa de 0.60%, lo cual denota el abandono y deterioro del centro de la ciudad. (Gobierno del Estado de Baja California, 2008)

El Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada 2009 establece que las tendencias de crecimiento actuales son:

- a) El Sauzal, hacia el Noroeste de CPE.
- b) La parte Noreste de Ensenada, crece en la porción este hacia la carretera a Ojos negros con varios frentes; sobre el Cañón de Doña Petra y las áreas aledañas a la presa; la prolongación del Ejido Ruiz Cortínez; la colonia Gómez Morín y hacia el Sur de la carretera Ojos Negros.
- c) La zona de Maneadero con tres frentes principales: de Maneadero hacia el Noreste sobre dos asentamientos irregulares de importantes dimensiones, y en el Zorrillo, con un desplazamiento hacia el Este en forma desordenada y dispersa, en asentamientos irregulares.

IV.2.4.4 Urbanización

Sistema de agua potable

El CPE posee un sistema de agua potable con cobertura del 96.17% a partir del 2005. La eficiencia del servicio de agua potable es de 75%, por lo que la dotación diaria de agua de 184.70 L/Hab/día se incrementa hasta 246.27 L/hab/día para cubrir la demanda de la población y sus actividades productivas. La oferta de agua en el CPE fue de 776 lps en 2006 y 905 lps en 2007, mientras la demanda de agua registrada fue de 722 lps y el déficit en el suministro fue de 30 lps. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El CPE tenía en 2004 80,180 usuarios y en 2005 86,530 usuarios, de los cuales 92% era de tipo doméstico, 6.5% de tipo comercial, 0.6% de tipo industrial y 0.9% de tipo gubernamental, en sus tres ordenes de gobierno. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El suministro de agua potable en el CPE está sujeto a racionalización debido a la situación crítica de los sitios de extracción de agua. El PDUCE 2030 propone acciones prioritarias a corto, mediano y largo plazo para garantizar el abastecimiento de agua potable, como son la construcción de una planta desaladora con capacidad de 250 lps, construcción de línea de conducción de agua y presa de Regulación y Planta Potabilizadora ARTIC-Sistema Morelos, la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en Maneadero con reuso de aguas residuales, reuso de las aguas residuales provenientes de las PTAR de El Sauzal y El Gallo, construcción de plantas potabilizadoras y tanques de regulación y rehabilitación de redes de distribución para evitar pérdidas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Sistema de alcantarillado sanitario

La sección comprendida por las zonas urbanas entre Ensenada y El Sauzal de Rodríguez registraba en 2003 un gasto medio diario de aportación de agua residual de 469 lps generado por una población de 264,328 habitantes, equivalente al 73% de la dotación de agua potable (210 litros/habitante/día para el mismo año). El área de Maneadero no genera aguas negras ya que la red de alcantarillado no está en operación. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

En el CPE existen 3 subsistemas de alcantarillado sanitario que disponen de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el subsistema El Sauzal, subsistema El Gallo y subsistema El Naranja. Existe el subsistema Noreste con una PTAR con capacidad de 224 lps que se encuentra a modo de prueba y se apoya en una planta de pretratamiento y un cárcamo de bombeo. En Maneadero, el subsistema aún no opera, aunque existe una red de siete subcolectores que no funciona ya que no está conectada a los usuarios ni a una PTAR. Para este último subsistema existen solamente fosas sépticas y letrinas, lo

cual representa una fuente de contaminación al manto acuífero, al suelo y al aire, con posibles afectaciones públicas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Existen otras PTAR en operación ubicadas en la Universidad Autónoma de Baja California unidad Ensenada, El Ciprés, Campo de Golf, Hogares del Puerto y Rancho Dueñas, todos operados de manera privada. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El alcantarillado sanitario en el SAR presenta falta de cobertura y fallas, por lo que se han propuesto diversas acciones, entre las que destacan la regularización de los asentamientos humanos en la zona del Ex Ejido Chapultepec, al Noreste, Noroeste y frente de mar, donde existen diversas descargas directas de aguas residuales. Las acciones estratégicas plantean la construcción de un cárcamo de bombeo y colector en Maneadero, colectores el Interceptor 16 de septiembre, emisores Diamante-planta de tratamiento No. 3 y los cárcamos de bombeo de aguas negras en la Zona Noreste con capacidad de 760.60 lps y en la zona industrial con capacidad de 727.2 lps. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

En el CPE se desaprovecha la mayor parte del agua tratada y es vertida a la Bahía de Todos Santos. En la PTAR El Gallo se reusa 4.22 lps de agua residual para el riego de áreas verdes públicas y privadas en menor cantidad. En la PTAR El Naranja existe un emisor hacia la parcela 195 en maneadero, donde hace falta construir el tanque de para reuso de agua tratada, el cárcamo y la red. En la PTAR El Sauzal se reusa solo 0.90 lps mediante venta de agua a pipas. En la PTAR Noreste se planea el reuso de 28 lps para áreas verdes habitacionales y Cañón de Doña Petra. En todo el sistema se reusa un total de 100.82 lps de agua residual. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Servicio de Energía Eléctrica

El servicio de energía eléctrica en 2007 cubrió el 100% de la demanda para un total de 113,900 usuarios. Este servicio se otorga a través de 6 subestaciones, El Ciprés, Ensenada, EL Gallo, Maneadero, EL Sauzal y Lomas, con una capacidad de 112 Mw. La infraestructura instalada es suficiente para cubrir la demanda actual, ya que opera al 46.66% de su capacidad. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Vías de comunicación y medios de transporte

Las vías de comunicación presentes en el SAR incluyen puertos marítimos de importancia nacional, vialidades terrestres y pistas de aterrizaje de uso local.

En la costa del SAR se ubican 3 instalaciones portuarias, el puerto de Ensenada, el puerto de El Sauzal y la Marina Hotel Coral. Los puertos de Ensenada y El Sauzal forman parte del Sistema Portuario Nacional; su ubicación geoestratégica los ha convertido en importantes detonadores para el desarrollo

de diversas actividades, entre las que destacan instalaciones de astilleros, terminales y muelles para carga y contenedores, graneles minerales y pesca, así como áreas de actividades turísticas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009) La Marina Hotel Coral da servicio principalmente a embarcaciones turísticas extranjeras y algunas locales.

Los puertos de Ensenada y El Sauzal constituyen un eslabón importante en la cadena productiva regional y nacional, debido al número de empresas que se relacionan con la actividad comercial, entre las que se encuentran industrias maquiladoras, industrias de exportación, industrias agropecuarias, agencias aduanales y de buques, transportistas, terminales, grupos de estibadores y autoridades de los tres niveles de gobierno. Se estima la presencia de 41 empresas que generan 466 empleos directos, y muchos más de empleos indirectos. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Los campos de acción geográfica o de influencia comercial (hinterland) de los puertos de Ensenada y El Sauzal comprenden a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Chihuahua en México, e impactan al sur de California y Arizona en Estados Unidos; albergan más de 1,400 maquiladoras y 1,400 productores exportadores, sólo en el territorio nacional. Por otro lado, sus enlaces marítimos (foreland) registran conexión a 64 puertos de 28 países, en donde las exportaciones se dirigen principalmente a China, Hong Kong, Corea, Japón, Malasia, Taiwán e Indonesia en Asia; Costa Rica, Honduras y Chile en América Latina; Francia, Italia y España en Europa; Marruecos y Argelia en África. Las importaciones provienen principalmente de los mismos países de Asia, así como de Nicaragua en Centro América y Nueva Zelanda en Oceanía, entre otros. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

De los resultados del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) para el puerto de Ensenada que guardan relación con el desarrollo urbano del centro de población de Ensenada están las siguientes:

Debilidades: Falta de reserva territorial para la construcción de más terminales especializadas; limitación y deficiencias en la conectividad terrestre, congestionamiento en vialidades de la ciudad por el tráfico que genera la actividad comercial del puerto; escasa aceptación y conocimiento de las actividades portuarias por parte de la comunidad.

- Amenazas: Pérdida de competitividad por deficiencia en los enlaces terrestres; incremento de contaminación por parte de algunas actividades portuarias; disminución del interés por el puerto en las líneas navieras.
- Fortalezas: Cercanía al mercado de manufactura más importante del país, corredor intermodal con base en tránsitos internacionales con EE. UU.; único puerto de altura en Baja California.

- Oportunidades: Posibilidad de crecimiento en nuevos complejos portuarios ubicados en El Sauzal, Punta Colonet y Costa Azul, sitio geoestratégicamente ubicado en la cuenca del Pacífico.

La estructura vial que existe en el SAR se da por medio de ejes viales principales; es el caso de la Carretera Tijuana-Ensenada, la Carretera El Sauzal-Tecate y la Carretera Transpeninsular con dirección a Baja California Sur. Estos ejes no sólo comunican a la ciudad de Ensenada, sino que convergen en la Av. Reforma, única vía que da soporte a toda la estructura vial del Centro de Población. En la ciudad hay 13,698,000 m² de calles, de las cuales 9,308,000 m² están pavimentadas, 5,200,000 m² son de asfalto, 3,500,000 m² de concreto y el resto sin pavimentar. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La ciudad crece en un orden de 180,000 m² de vialidades anualmente, mientras que el Comité de Urbanización de Ensenada (CUME) sólo pavimenta 50,000 m² al año, por lo que existe un déficit de 130,000 m² al año. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Para el centro de población las problemáticas latentes y que se presentan con mayor incidencia se relacionan con el estado físico de las vialidades, nodos conflictivos, reducción o aumento de carriles, secciones de calle, discontinuidad vial, señalización e iluminación inadecuada. Las condiciones físicas de las vialidades están en función de las rutas de transporte público, debido a que son ellas las que presentan un mayor deterioro, como es el caso de las calles Décima, Quinta, Cuarta, Blancarte y Aldama, los boulevares Zertuche y Lázaro Cárdenas, las avenidas Diamante, General J.J. Clark Flores, Alisos y Ryerson, que presentan buenas condiciones. Por otro lado, las avenidas Delante, Esmeralda, México, Bronce, las Higueras, Ámbar y Prolongación Ruiz, boulevard Estancia y las calles Once y Coral, presentan condiciones regulares; las vialidades de la periferia en su mayoría presentan condiciones de deterioro. En general, las condiciones viales son funcionales y aceptables, ya que más de 50% están en buenas condiciones. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Los nodos de conflicto vial más importantes se ubican a lo largo de la Av. Reforma, en zonas donde existen asentamientos industriales y las maniobras de los camiones de carga. La discontinuidad vial afecta considerablemente el funcionamiento de las vialidades. La discontinuidad está referida principalmente a un manejo inadecuado en la autorización de edificaciones en predios donde se podría dar la continuidad vial o en zonas donde se tienen proyectadas futuras vialidades. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

En el SAR no se dispone de aeropuerto internacional y las pistas de aterrizaje dan servicio a usuarios locales. La principal pista de aterrizaje se ubica en la Tercera Base Aérea de El Ciprés y es además considerada como punto estratégico militar. Las pistas ubicadas en Ojos Negros, El Salitral y La Grulla

en las inmediaciones del Estero de Punta Banda. No se disponen de datos oficiales de las condiciones de estas pistas (datos publicados en el diario El Mexicano el 2 de agosto de 2007).

Las vialidades secundarias son las conexiones de las vialidades primarias y no son menos importantes que estas pero sirven para conectar de manera más eficiente y rápida las vías de acceso a calles locales o terciarias. Las vialidades secundarias que se encuentran cercanas al sitio del proyecto Ave. Castillo y Av. Blancarte. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Equipamiento Urbano

Los requerimientos de suelo actual para equipamiento denotan un importante déficit, principalmente en los subsistemas de recreación, asistencia social, comercio y abasto, ya que más del 50% del suelo total requerido para el CPE, se concentra en estos subsistemas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Para cubrir el déficit actual del subsistema educación, se requiere la dotación de 125,447 m² de suelo para 41,859 m² de construcción, la cual cubrirá el déficit de 1,492 aulas, en los diferentes niveles de educación. Los requerimientos de suelo para el corto, mediano y largo plazo, cubren las necesidades de la población nueva, razón por la cual se debe atender el rezago actual, de lo contrario este aumentará. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Para los subsistemas recreación y deporte, se requiere una superficie de 978,588 m². Es importante resaltar que estos subsistemas presentan el mayor déficit de cobertura en el C.P. Para cubrir en su totalidad esta demanda, se requiere la construcción de 12,419 m², distribuidos principalmente en el mejoramiento y ampliación de los módulos y unidades deportivas existentes y la construcción de parques de barrio, jardines vecinales y un parque urbano, el cual cubrirá la demanda de todo el CPE hasta el año 2030. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Respecto al subsistema de salud, se requiere para el largo plazo la construcción de 50,001 m², de los cuales 29,721 m² permitirán cubrir las demandas de Unidades de Medicina Familiar y un Centro de Salud Urbano y el resto (8,033 m²) permitirán la ampliación y mejoramiento 64 UBS para el Hospital General. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Para el subsistema de Asistencia Social, no se reporta déficit actual; sin embargo, para el mediano y largo plazo, se requerirá la construcción de 109,033 m² para la ampliación de USB del Centro de la casa hogar para menores, guarderías y centros de desarrollo comunitario. Los elementos Centro de Readaptación Social, Velatorio y casa Hogar para ancianos cubren la demanda actual y la de los tres periodos de tiempo. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Referente al equipamiento cultural es importante mencionar que las UBS y los módulos actuales no serán suficientes para cubrir la demanda esperada al corto mediano y largo plazo, ya que para el 2015 el CPE requiere la construcción de una biblioteca con 36 sillas y una Casa de la Cultura. Para cubrir el déficit actual se requiere la construcción de un Centro Social Popular, el cual cubrirá la demanda hasta el año 2015, ya que para el 2030 se deberá construir uno más. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Centro de recreación y Deporte

En el SAR la infraestructura para recreación existente no alcanza a satisfacer a más del 30% de la población, mientras que el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 calcula que de acuerdo a estándares internacionales, Ensenada cuenta con un déficit de áreas verdes de más del 95%.

Existen 23 jardines vecinales localizados en el área urbana y hacia el ex-ejido Chapultepec y se tiene capacidad de atención aproximada para 230,000 habitantes. La población demandante es de 298,874 por lo que existe un déficit potencial de 90,904 habitantes y un requerimiento aproximadamente 9 módulos adicionales de aproximadamente 10,000 m² cada uno.

Existen 9 parques de barrio localizado en el área urbana consolidada y hay un déficit de 68,904 habitantes y un requerimiento de aproximadamente 2.5 módulos.

Existen 8 módulos deportivos y se tiene un déficit para aproximadamente 66,318 habitantes y un requerimiento de 2 módulos adicionales. Existen 3 centros deportivos y dos unidades deportivas.

En el SAR se realizan diversos tipos de deportes, de los cuales destacan el buceo, la pesca deportiva y el “surf” por realizarse en la zona marina y que forman parte del atractivo turístico. En lo que respecta a deportes realizados en mar, el deporte del “surf” es el que cuenta con menos lugares para aptos para la actividad y con menos deportistas dedicados a la misma, pero su importancia es equiparable a los otros deportes. El “surf” está caracterizado por utilizar deslizadores de materiales ligeros llamadas comúnmente “tablas” para desplazarse por encima de las olas y es un deporte que ha presentado un incremento en su popularidad en las últimas décadas. En 2008, Pijoan-Velasco realizó el primer trabajo académico sobre este deporte en la Bahía Todos Santos.

Dentro del SAR, el deporte del “surf” se realiza en 7 puntos principales que disponen de zonas de rompiente con características para el buen desarrollo de esta actividad; las rompientes son las de San Miguel, Tres Emes, Stacks, Islas Todos Santos, La Barra, El Pico y CONALEP. (Pijoan-Velasco, 2008)

No se cuenta con datos específicos de la cantidad de personas al año que utilizan las rompientes del SAR y cuales tienen el nivel de experiencia suficiente para aprovechar las mejores rompientes. Sin embargo, personas que viven en las cercanías indican que el promedio diario de “surfistas” es de 8 a

10 en la rompiente de STAX, 10-12 en Tres Emes y 12-15 en San Miguel. En el caso de la rompiente de Islas Todos Santos el número de personas es menor por ser un punto más alejado de la ciudad y el nivel de experiencia de cada deportista es mayor por ser olas de gran tamaño (hasta 30 m de altura). Y en las únicas rompientes que se realizan torneos de “surf” son las de Tres Emes, San Miguel y las Islas Todos Santos. (LORAX, comunicación directa, 2009).

En la Figura 57 se presenta la ubicación de las principales rompientes utilizadas para el “surf” dentro del SAR. En esta figura se puede observar que la ubicación de dos rompientes se ubican dentro de la poligonal del recinto portuario publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Julio de 2003; y la rompiente de STAX se ubica sobre el sitio donde se prevé la construcción del proyecto.

Tenencia y Usos de Suelo

La tenencia de la tierra es uno de los factores que influye en la incorporación de suelo rústico a la conformación y crecimiento de las ciudades. En el CPE se identificaron cinco tipos de tenencia de la tierra, tenencia del Estado (48.37 ha), tenencia de Zona Federal (348.53 ha), tenencia municipal (128.68 ha), tenencia ejidal (19,030.63 ha) y tenencia privada (26,088.16 ha), para un total de 45,653.36 ha. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El uso de suelo predominante en el CPE es habitacional y está distribuido mayormente al Este de la Av. Reforma. El uso comercial se encuentra concentrado en el primer cuadro de la ciudad y en sus inmediaciones, y en el resto del centro de población se presenta mayormente en forma de corredores comerciales o mixtos. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El uso industrial se concentra en la delegación de El Sauzal en un corredor previamente planificado, pero el resto se asienta de manera no planificada a lo largo de la Av. Reforma, originalmente contemplada para albergar uso comercial y de servicios. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El uso comercial y de servicios ha estado concentrado en el primer cuadro de la ciudad, lo que dejó sin cubrir de manera planeada amplias urbanas. Por la ausencia de espacios comerciales debidamente diseñados en donde se incorporen áreas para estacionamientos, de maniobras, descargas, almacenes, etc., esta carencia se cubrió con la aparición espontánea de comercio de pequeña y mediana escala a lo largo de las vialidades de mayor flujo, lo que generó corredores comerciales sin las características necesarias. Estos corredores improvisados corren a lo largo de amplias zonas sin el uso correspondiente como EL Sauzal, Chapultepec y Maneadero. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

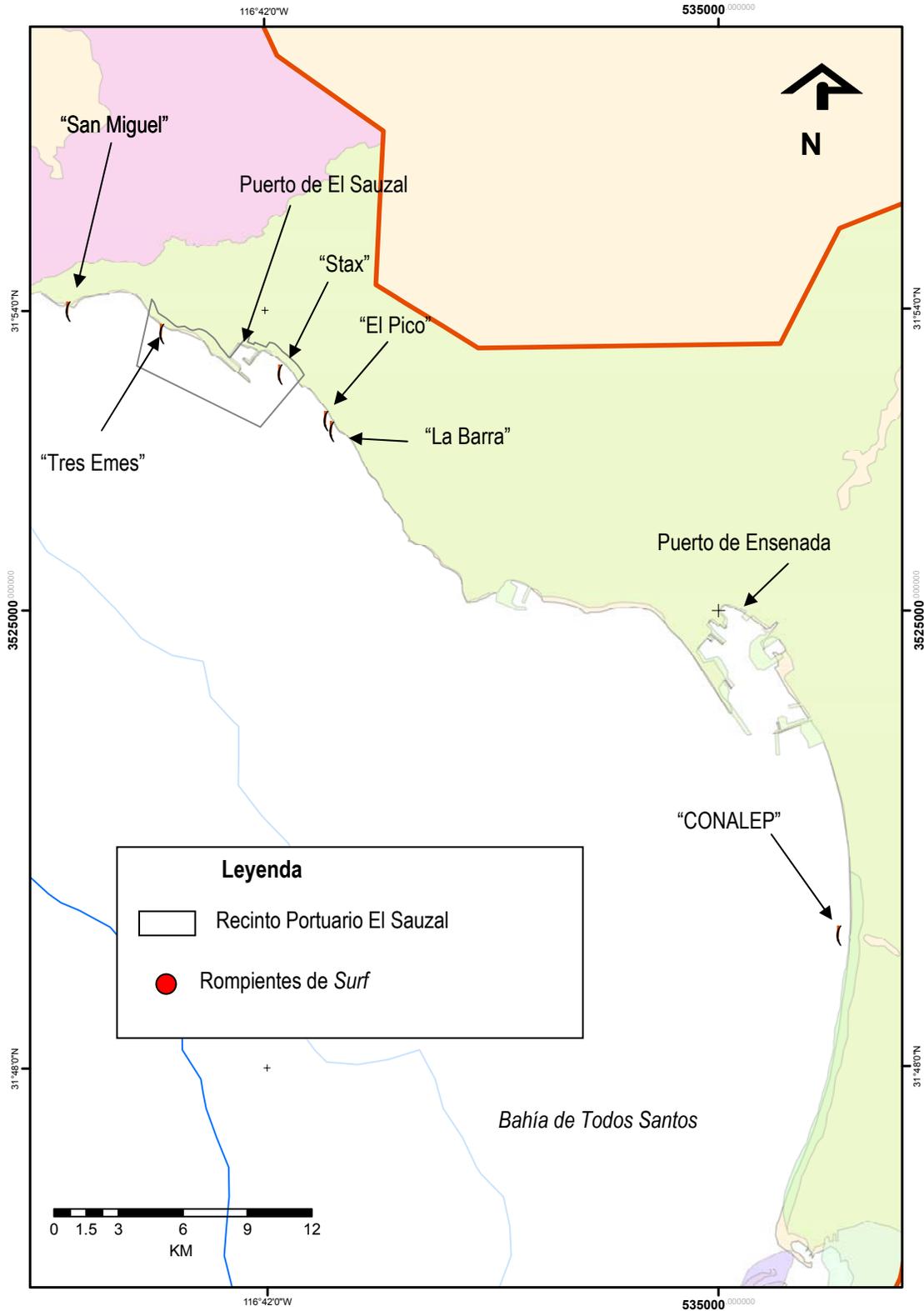


Figura 57. Principales zonas de rompientes para surf en el SAR

Fuente: (Pijoan-Velasco, 2008)

Las zonas con uso de suelo especial corresponden los Recintos Portuarios de Ensenada y El Sauzal, y a la zona militar de El Ciprés. En el caso de los recintos portuarios, que incluyen zona federal marítimo terrestre y zona marina, el acceso público está restringido por la API Ensenada.

Los usos de suelo en las fracciones de zona federal marítimo terrestre concesionadas a particulares dentro del SAR, son de uso general, turístico y de conservación principalmente.

En el periodo 2002 a 2007 la demanda de cambio de uso de suelo fue de habitacional a industrial y comercial, lo que indica una escasez continua de este uso de suelo.

Antes de la crisis económica, en el SAR había presión por incrementar la intensidad de uso de suelo habitacional en el frente de mar de El Sauzal, Chapultepec y Punta Banda. En estas últimas zonas se promovía el desarrollo de residencias unifamiliares en la modalidad condo-hotelera de nivel socioeconómico medio alto y alto, que generalmente estaban dirigidas a los “*baby boomers*” procedentes del los Estados Unidos. Con esto había una transición del modelo predominantemente hotelero a modelo residencial para atender a este sector del turismo. Sin embargo con la crisis, todos los proyectos de desarrollos inmobiliarios que causaban presión en el uso de suelo se minimizaron hasta casi ser nulos.

IV.2.4.5 Salud y seguridad social

De acuerdo con los datos proporcionados por el XII Censo General de Población y Vivienda de 2005, se puede apreciar un incremento de 16.61% en la población que cuenta con algún servicio de salud pública en el área de estudio. En el año 2000, 78,888 personas en el CPE no contaban con servicios de salud, equivalente al 30.21%, con Chapultepec como la localidad con el menor índice. Sin embargo, para 2005, el porcentaje de población sin derechohabiencia en el área de estudio se redujo a 27.72%; el ejido Rodolfo Sánchez Taboada (Maneadero), era la zona con mayor número de personas sin derecho a servicios públicos, como la Colonia Benito García (El Zorrillo), donde se concentra el mayor porcentaje de población procedente de otros estados de la República y sólo 2,414 personas (47.59%) cuentan con servicios de salud. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

IV.2.4.6 Educación

El CPE se encuentra dotado de equipamiento educativo como: preescolar, primaria con 1,566 aulas, secundarias con 318 aulas y universidad (UABC, CICESE, Universidad Xochicalco, Centro Universitario de Tijuana, Tecnológico de Baja California y la Universidad Psicopedagógica) con alrededor de 400 aulas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

En la Tabla XLIX se presentan datos obtenidos del II Conteo de Población y Vivienda (INEGI, 2005), donde es notorio observar que es más alto el número de analfabetos del género femenino que

masculino. Las diferencia porcentuales de la población analfabeta entre el año 2000 y 2005, indican una disminución de 0.2%. Esta problemática se localiza principalmente en el ejido Rodolfo Sánchez Taboada (Maneadero). (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

IV.2.4.7 Actividades económicas

Las diferentes actividades económicas dotan al CP de una dinámica que conforma nuevas distribuciones espaciales tanto de la población como de las ofertas que con ello se relacionan. El comparativo de las actividades por sector dentro del CP se muestra en la Figura 58, donde se puede observar una baja participación de la PEA en las actividades del sector primario, lo cual obedece al crecimiento urbano de las localidades que lo conforman. Mientras que la alta participación de la PEA en las actividades del sector terciario (comercios y servicios) del CP se debe a su oferta como destino turístico en la frontera norte del país. (IMIP, 2008)

Tabla XLIX. Población de 15 años y mas que son analfabetos o tienen un nivel de educación

	Hombres	Mujeres	Total
Población de 15 años hasta 130 años analfabeta	1450	1922	3372
Población de 15 a 24 años que asiste a la escuela	11479	11089	22568
Población de 15 años hasta 130 años con educación básica	21102	21189	42288
Población de 15 años hasta 130 años con educación básica incompleta	24620	25684	50304
Población de 15 años hasta 130 años con educación posbásica	38732	39335	78067

Fuente: II Censo de conteo de población y vivienda (INEGI, 2005).

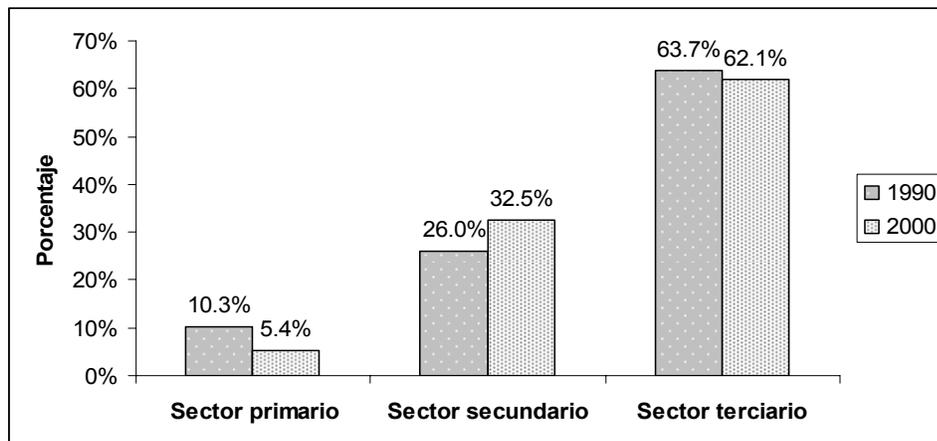


Figura 58. Comparativo de actividades por sector dentro del CP

En el CPE el 62.1% de la población se encuentra ocupada en el sector terciario, el 32.5% en el sector secundario y el 5.4% en el sector primario. (IMIP, 2008)

Sector primario

En lo que se refiere a las actividades económicas del sector primario, el centro de población cuenta con minería, pesca, actividades agrícolas y ganaderas. La actividad minera en el centro de población se concentra en la explotación de materiales pétreos: por un lado la recolección de arena de los arroyos y la trituración de roca para convertirla en grava.

La actividad agrícola se concentra en la Delegación de Mandadero con la producción de hortalizas, flores y granos principalmente, que en su mayoría sirve para cubrir la demanda de exportación. Del total de las parcelas (6,041 ha), se han caracterizado tres tipos por su uso: agrícola (3,368 Ha), agrícola alto costo (701 Ha), no agrícola (1,217 Ha) y otro uso. (755 Ha). (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La pesca es la actividad más desarrolladas en el CPE y aún tienen capacidad para desarrollo. (INEGI, 2008) La acuicultura tiene un desarrollo menor y también tiene capacidad para ser desarrollado. La producción pesquera que destaca es la de atún, jurel, anchoveta, sardina, tiburón, liza y crustáceos. Las actividades pesqueras comprenden la captura de más de 90 especies marinas incluyendo langosta, lenguado, erizo de mar, camarón, sardina, macarela y sargazo; así como el aprovechamiento de algas marinas. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La actividad minera se concentra en la explotación de pétreos, principalmente lo referente a recolección de arena de los arroyos y la trituración de roca para convertirla en grava. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Sector secundario

En lo que se refiere a las actividades económicas del sector secundario, el CPE cuenta con la industria maquiladora y de la construcción. En Ensenada, la actividad maquiladora ha prosperado aún cuando recientemente los insumos han sido mayores a las horas-hombre trabajadas y las remuneraciones en el período 1999-2003, estos últimos se elevaron 0.41% y 59.22% respectivamente. Mientras que los insumos se incrementaron 63.44% y el valor agregado censal bruto 36.94%, lo que nos muestra una gran capacidad instalada inutilizada. Actualmente están programados un total de 18 proyectos turísticos, un desarrollo en el Noreste del centro de población de unas 33 ha, la construcción de la primera etapa del libramiento de Ensenada y una planta de tratamiento de aguas negras para atender las necesidades de la región Norte de la ciudad (IMIP, 2008).

Sector terciario

Dentro del sector terciario los ingresos originados por el comercio en el municipio de Ensenada llegaron en 2003 a 174.8 mdp de una producción bruta total 747.1 mdp.

Dentro de las actividades terciarias que se dan en el centro de población, es muy importante considerar las actividades turísticas y de servicios, ya que se ha observado que en los últimos años se han vuelto considerablemente importantes debido a la consolidación de Ensenada como destino turístico.

La oferta turística en el SAR incluye como principales atractivos naturales a La Bufadora, las playas de San Miguel, Playa Hermosa, El Faro, Estero Beach, Estero Punta Banda y las Aguas Termales en el Ejido Esteban Cantú. Existen otros sitios de importancia turística subutilizados y sujetos de aprovechamiento como el Cerro del Vigía, La Lagunita de El Naranjo, El Ciprés y el frente de mar. (PDUCEPE, 2009) Otros promotores turísticos especializados incluyen además las Islas Todos Santos.

Los atractivos culturales en el SAR incluyen la Casa de la Cultura, el Museo de Historia, el Museo Histórico regional, el Caracol Museo de Ciencias, la Ex Aduana Marítima, el Centro Artesanal, La Galería de Pérez Meillón, Galería de la Ciudad, la Galería La Esquina de Bodegas, Bodegas de Santo Tomás, Estudios de Arte y Galería de Arcos, el Centro Social Cívico y Cultural Riviera del Pacífico, el Centro Estatal de las Artes de Ensenada, el Teatro Benito Juárez, el Teatro de la Ciudad y diversos centros nocturnos, dentro de los cuales destaca la antigua Cantina Hussong's. Aunque de corte deportivo y recreativo, también se cuenta con un campo de golf y diversos balnearios en el Centro de Población. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La oferta turística va dirigida mayormente al turismo convencional y de cruceros que se presenta en la ciudad y que reporta la mayor parte de la derrama económica. Las actividades y sitios más visitados son la Calle Primera para compras, diversión y alimentación, recorrido en el Centro Social Cívico y Cultural Riviera del Pacífico, paseos por el Boulevard Costero, la Ventana al Mar y la Bufadora. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La oferta para el turismo alternativo es menor y su principal actividad es la pesca deportiva. La Capitanía del Puerto de Ensenada reporta la existencia de 52 embarcaciones para pesca deportiva. Cabe mencionar que en la pesca deportiva existe una problemática interna entre los prestadores de servicio a nivel nacional, lo cual ha frenado la actividad. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

En el SAR se realizan eventos anuales que atraen turistas con características muy específicas y que contribuyen con la derrama económica de este sector. Los eventos turísticos de mayor renombre son: el avistamiento de ballena gris de noviembre a marzo, el Carnaval Ensenada en febrero, festival de las Conchas y el Vino Nuevo, Paseo Ciclista Rosarito-Ensenada en primavera y otoño, Triatlón de Salvavidas, Regata New Port Beach - Ensenada, Concurso Internacional gastronómico Chilli Cookoff, Medio Maratón Internacional, Ensenada de Todos Suma de Culturas, carreras fuera de camino Baja 500, Baja 1000 y Ensenada San Felipe 250, Expo Feria-Verano, Fiesta Viva, Torneo de Pesca en Kayak, Baja Open Beach Volleyball, Festival Gastronómico del Hongo, Fiestas de la Vendimia, Ensenada se viste de

vino, Feria Internacional del Pescado y del Marisco, Feria de la Paella, Mexican Surf Fiesta y Baja Epic Mountain Bike Race, entre otros. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

La pesca deportiva como actividad del sector terciario es una actividad económica que se realiza dentro de la SAR preferentemente en la costa noreste, en la boca del Estero de Punta Banda y alrededor de las Islas de Todos Santos. Son 30 especies las que se explotan en este deporte, pero seis son las que representan el 80% de las capturas de la pesca deportiva. La barracuda *Sphyaena argentea* (38%) y la cabrilla (*Paralabrax nebulifer* (7.5%) son las especies mas importantes de esta pesquería (Rodríguez Medrano, 1993).

Desde el punto de vista de actividad portuaria, el SAR tiene una ubicación estratégica en la cuenca del Pacífico, con cercanía relativa a los puertos de Los Ángeles y Long Beach, que tienen con mayor movimiento de carga a nivel mundial. Las tendencias en la actividad portuaria mundial indican tendencias de crecimiento para los puertos del SAR. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Las áreas por vocación en el recinto portuario se dividen en comercial, de astilleros, de pesca, de pesca ribereña y deportiva, de desarrollos náuticos turísticos, Segunda Base Naval, de graneles y una zona de ampliación al sur del Arroyo EL Gallo. Este puerto es el único con capacidad para recibir buques. En este puerto trabajan más de 75 empresas que crean casi 2,000 empleos directos y constituyen una de las fuentes de trabajo más importantes en el municipio. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Se le considera como una opción para incrementar el comercio internacional en esta zona de México, ya que puede impactar directamente el movimiento de carga aduanal en el mercado norteamericano. Sin embargo, existen otros mercados como el conformado por la costa oeste de Estados Unidos y Canadá, los países de la Cuenca del Pacífico y Centro y Sudamérica, así como la transportación de carga especializada hacia oriente (Japón China, Singapur, Tailandia o Indonesia), que amplía el acceso de productos mexicanos a mercados de consumo internacionales. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

Las exportaciones de productos del mar de Baja California se realizan en su totalidad a través del puerto de Ensenada. En los últimos años en este puerto el tráfico de altura se ha incrementado 164 veces, el de cabotaje 12 veces, la carga general suelta 14 veces, la carga contenerizada 362 veces, la carga a granel mineral 20 veces, las TEU ("Tewntyfeet Equivalent Unit" que equivale a un contenedor de 20 pies de largo) 284 veces, los arribos de cruceros turísticos 10 veces y el manejo de pasajeros 12 veces. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

El puerto de Ensenada representa el principal puerto de destino de cruceros en el litoral del Pacífico de la República Mexicana. Durante el 2008 en el puerto de Ensenada se recibieron 240 cruceros turísticos

y en 2009 se recibieron más de 230 cruceros, en este último caso se considera un buen número a pesar de la cancelación de 25 arribos entre los meses de abril y junio debido a la epidemia de la influenza AH1N1. (Entrevista a Carlos Jáuregui, Director General de la API Ensenada en Ensenada.net el 27 de noviembre de 2009)

IV.2.4.8 Población económicamente activa

La Población Económicamente Activa (PEA) para el municipio de Ensenada es de 129,583 (INEGI, 2002). La población de 12 años y más económicamente inactiva que estudian en el municipio de Ensenada es de 27,131. La población de 12 años y más económicamente inactiva que se dedican a las labores del hogar son 38,307 habitantes. La población ocupada como jornalero o peón para el municipio de Ensenada es de 12,197 habitantes. La población que se encuentra ocupada en el sector secundario corresponde a 34,555 y 1,236 respectivamente. Los que se encuentran ocupados en el sector terciario son 68,139 habitantes y 1,220 respectivamente (INEGI, 2002).

La PEA del CPE marca una tendencia hacia el incremento de las actividades del sector terciario, donde se ubican los comercios y servicios. El incremento puede deberse al impulso que se ha dado a la industria turística, al efecto que tiene la frontera como área de intercambio comercial y cultural , o a una “terciarización” remanente causada por el alto número de desempleados que pertenecían al aparato administrativo. (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, 2009)

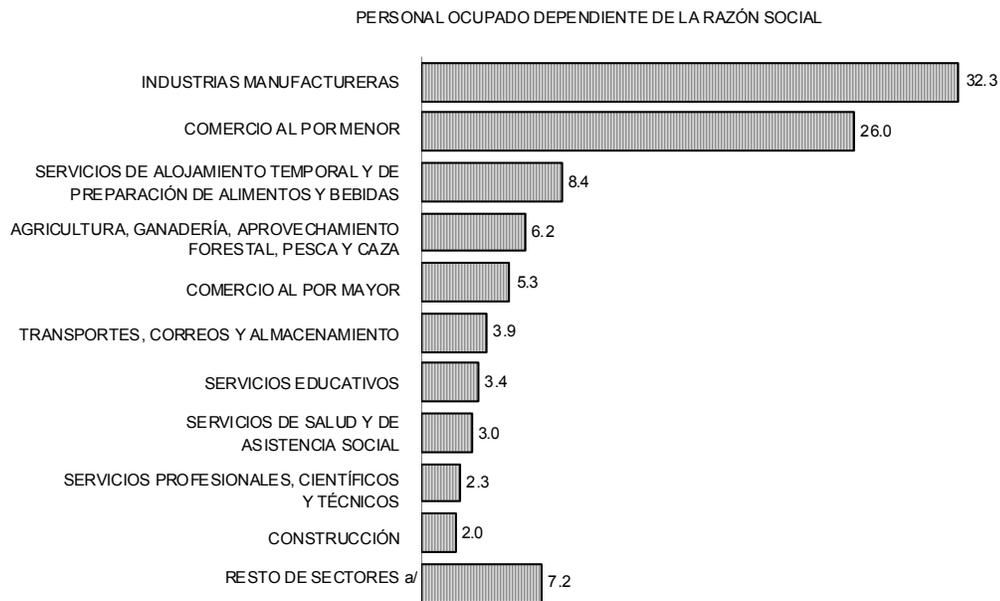


Figura 59. Porcentaje del personal ocupado en los distintos sectores de actividad (INEGI, 2003)

IV.2.5 Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

IV.2.5.1 Estructura del Sistema Ambiental Regional (SAR)

La estructura del sistema ambiental regional (SAR) delimitado en el apartado IV.1 de este capítulo está integrada por los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que han sido descritos en los apartados anteriores.

Dentro del SAR se presenta clima seco templado mediterráneo. Este tipo de clima está asociado a un rango de temperatura entre 14.0 °C a 18.0 °C, con media máxima de 25.8 °C y media mínima de 7.3 °C, régimen de lluvias en invierno y precipitación media anual de 266.5 mm.

En cuanto a su orografía el SAR se localiza en la provincia fisiográfica I Península de Baja California, e incluye la zona marina comprendida por las Bahías Todos Santos y Salsipuedes, y la zona terrestre correspondiente al Centro de Población de Ensenada que incluye playas, cantiles, lomeríos y serranías. Las altitudes en la zona terrestre van desde el nivel del mar hasta 200 msnm y en la zona marina se presenta una profundidad promedio de -50 m y llega hasta los -600 m en la sección del cañón submarino.

La geología del SAR está constituida de manera general por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, con edades que van desde el período paleozoico hasta el cuaternario. Los suelos presentes en la zona terrestre del SAR son Litosol, Regosol y Yermosol, característicos de zonas poco permeables. La diversidad de estos suelos en contenido de nutrientes y características generales permite el desarrollo de actividades como la agricultura en diferentes puntos del SAR, sin embargo en términos generales el suelo en el SAR es pobre en nutrientes y susceptible a la erosión.

El SAR presenta una hidrología superficial escasa generada por las escasas precipitaciones de la época invernal y repercute negativamente en la recarga que reciben los acuíferos. Este efecto en la hidrología subterránea es incrementado significativamente por las características geológicas, ya que la mayoría de las unidades de roca permiten que los escurrimientos fluyan libremente y llega solamente una mínima parte de esos escurrimientos a los acuíferos. Los recursos hidráulicos subterráneos se encuentran sobreexplotados y su situación es crítica.

La zona marina del SAR comprende a la Bahía Todos Santos y la Bahía Salsipuedes, caracterizadas por ser zonas oleaje de alta energía, con un tipo de aguas frías, con alto contenido de oxígeno y nutrientes, influenciado por el Sistema de Corrientes de California. En la zona marina se presentan 5 celdas litorales que presentan algún grado de proceso erosivo que genera la presencia de cantiles y el escaso aporte de sedimentos por arroyos permite la permanencia dinámica de una sola playa largas en la Celda III, la Playa Municipal (Playa Hermosa o CONALEP), pero en la sección Norte del SAR las

playas arenosas son de dimensiones reducidas y prevalecen los cantiles. El hecho de que la mayor parte de la celda I está compuesta de cantiles activos indica que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción. Esta zona tiene fuentes de contaminantes provenientes de la fracción terrestre del SAR, sin embargo, la calidad del agua de mar indica que el nivel de contaminación es bajo, debido a que existe una buena capacidad de asimilación de los contaminantes en la Bahía Todos Santos. Los sedimentos marinos en esta misma zona, están influenciados también por los aportes terrestres y la calidad del agua de mar, y no presentan contaminación.

En la porción terrestre del SAR, la vegetación y la fauna silvestres están impactadas por el desarrollo de la zona urbana del CPE. La superficie del SAR donde aún existe vegetación silvestre, presenta chaparral y matorral costero, que corresponde al tipo de vegetación característica de zonas áridas. De las especies vegetales de los distintos tipos de vegetación presentes en el SAR solamente aparece la biznaga (*Ferocatus viridescens*) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 con estatus de especie Amenazada. La fauna presenta en esta porción incluye aves con algún estatus de protección de acuerdo a la normatividad y listados ambientales. Los mamíferos en el SAR presentan 4 especies bajo el criterio de amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, en tanto que 4 se encuentran en la categoría de peligro de extinción.

El SAR se caracteriza por tener gran calidad paisajista por su colindancia con el mar, sin embargo es una zona urbanizada que le confiere al medio ambiente un aspecto ya impactado en toda la zona terrestre. En el SAR se encuentra el Centro de Población de Ensenada (CPE) que incluye las delegaciones de El Sauzal de Rodríguez y de Maneadero, y es considerado desde el punto de vista económico como una ciudad de importancia portuaria, turística y pesquera. Las actividades económicas dentro del SAR correspondientes al sector primario son principalmente la agricultura y pesca; las actividades económicas del sector secundario incluyen a la industria maquiladora y la minería en menor proporción; y las actividades del sector terciario incluyen el comercio, turismo y servicios. El desarrollo de la actividad económica en los diversos sectores ha sido disminuida por la crisis económica mundial, afectando principalmente al turismo, el desarrollo inmobiliario y la industria maquiladora.

La porción terrestre del SAR está considerada como zona urbana y abarca todo el Centro de Población de Ensenada (CPE). El CPE contaba en 2005 con 298,874 habitantes, de los cuales 150,027 eran mujeres y 148,171 eran hombres, equivalente al 50.20% y 49.58% respectivamente. A partir del año 2000, la población del CPE (224,080 habitantes) creció con una tasa anual promedio de 6.67% hasta llegar en 2005 a 298,874 habitantes. En 2005 el SAR contaba con 72,422 viviendas con un promedio de ocupantes en viviendas particulares de 3.55 habitantes.

El CPE está limitado por cerránias que limitan su crecimiento urbano y las zonas de reserva ya han

sido casi agotadas. Las tendencias de crecimiento urbano del CPE son hacia la El Sauzal de Rodríguez (Noroeste), la zona de Maneadero (Sur) y las áreas aledañas a la Presa Abelardo L. Rodríguez (Noreste). Antes de la crisis había presión por incrementar la intensidad de uso de suelo en predios colindantes con Zona Federal Marítimo Terrestre para desarrollos habitacionales turísticos para extranjeros, sin embargo, el comportamiento del mercado durante la crisis económica parece haber frenado la demanda por estos desarrollos.

En el SAR se dispone de suficientes vías de comunicación, entre los que destacan por su importancia, las carreteras federales Tijuana – Ensenada, Tecate – Ensenada, Ensenada – Lázaro Cárdenas (Transpeninular); y los Recintos Portuarios de Ensenada y El Sauzal. Estos dos últimos representan un activo nacional que pretende ser impulsado como parte de la estrategia de los gobiernos federal y estatal para impulsar el desarrollo. Los aeropuertos que existen son los de la Tercera Base Aérea de El Ciprés y las pistas de Ojos Negros son utilizadas como vías de comunicación locales, y la base militar se considera como punto estratégico. En la ciudad hay 13,698,000 m² de calles, de las cuales 9,308,000 m² están pavimentadas, 5,200,000 m² son de asfalto, 3,500,000 m² de concreto y el resto sin pavimentar.

El SAR cuenta con un desarrollo urbano consolidado y dispone de servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje y recolección de basura municipal. El servicio de energía eléctrica cubre los requerimientos del CPE. El servicio de agua potable presenta problemas por escasez del recurso y hay un déficit superior a 30 L/s, ya que los depósitos subterráneos de agua presentan sobreexplotación, intrusión de agua de mar, pérdida de zonas de recarga, entre otras. El servicio de basura municipal tiene capacidad para manejar solamente el 87% de los residuos sólidos urbanos y el resto de los residuos tiene un destino final irregular. En el CPE se estima que la generación de residuos peligrosos es del orden de miles de toneladas al año. El servicio de drenaje cubre solo un porcentaje de las descargas generadas en el CPE, y aún se presentan descargas directas al suelo y al mar sin tratamiento, así como la existencia de letrinas y pozos de absorción. En la Tabla L se presentan los componentes del Sistema Ambiental Regional (SAR).

IV.2.5.2 Principales interacciones de los componentes del SAR

Los componentes descritos en la Tabla L, interactúan entre sí de diferentes maneras y es difícil encontrar un componente ambiental que no tenga interacción de algún tipo con otros componentes. Sin embargo, es posible determinar las principales interacciones entre los componentes, lo cual se hace en este apartado, con la finalidad de entender el funcionamiento del sistema ambiental regional. En la Tabla LI se presenta la matriz de las principales interacciones entre los componentes ambientales y en la Tablassa la descripción de estas interacciones.

Tabla L. Estructura del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Tipo de Medio	Aspecto	Componente
Medio Físico	Clima	Batimetría, Oleaje y Procesos costeros Corrientes y circulación costera Contaminación marina
	Geología	
	Edafología	
	Hidrología	
	Oceanografía	
Medio biótico	Vegetación y Fauna terrestre Vegetación y Fauna marina	
Paisaje		
Medio Socioeconómico	Demografía y Vivienda	
	Urbanización	
	Educación, Salud y seguridad social	
	Actividades económicas Población económicamente activa	

Tabla LI. Matriz de interacciones entre los componentes ambientales

	Clima	Geomorfología y geología	Edafología	Hidrología	Batimetría, Oleaje, Procesos costeros	Corrientes y Circulación costera	Contaminación marina	Flora y fauna terrestre	Flora y fauna marina	Paisaje	Demografía y vivienda	Urbanización	Educación, salud y seguridad social	Actividades económicas	Población Económicamente Activa
Clima			11	12	13			14	15						16
Geomorfología y geología			17	18	19					110		111			
Edafología								112							113
Hidrología							114	115			116	117			118
Batimetría, Oleaje, Procesos Costeros									119				120		
Corrientes y circulación costera							121	122							
Contaminación marina															123
Flora y fauna terrestre															124
Flora y fauna marina															125
Paisaje												126			127
Demografía y vivienda												128			129
Urbanización															130
Educación, salud y seguridad social															
Actividades económicas															131
Población económicamente activa															

Tabla LII. Interacciones de los componentes del SAR

Clave	Descripción de la interacción
I1	El régimen de precipitación y las sequías que se presentan en el SAR, tienen efecto directo sobre los suelos y su proceso de formación.
I2	La escasa precipitación pluvial es el factor determinante para la escasa presencia de escurrimientos superficiales (temporales) y la mínima recarga de acuíferos en el SAR.
I3	El régimen de vientos y precipitaciones influye en el oleaje y los procesos costeros, entre los que destaca la erosión.
I4	La precipitación, aunada al régimen de insolación y a la temperatura y humedad ambientales, son factores determinantes en la composición, abundancia y distribución de la vegetación en el SAR.
I5	El clima tiene un efecto directo en la diversidad y desarrollo de las especies faunísticas en el SAR.
I6	El clima es un factor determinante que regula el desarrollo de algunas actividades económicas en la región.
I7	Los procesos geológicos (afloramientos, estratificación, intemperismo, etc.) determinan los tipos de suelo presentes en el SAR
I8	La geomorfología del SAR determina las distintas zonas de escurrimiento, que van principalmente de las partes elevadas a la costa
I9	Los procesos geológicos determinan las principales características morfológicas de la zona costera relacionadas con los procesos costeros (batimetría, tipo de costa, susceptibilidad de la erosión de los afloramientos costeros)
I10	La geomorfología es un importante componente escénico dentro del SAR, principalmente en la franja costera
I11	La geomorfología es un componente que limita el crecimiento urbano del SAR.
I12	Los tipos de suelo presentes en el SAR es uno de los factores que determina la presencia y distribución de distintos tipos de vegetación
I13	El tipo de suelo (composición y fertilidad) es uno de los componentes determinantes para el desarrollo de la agricultura, la cual representa una de las actividades económicas más importantes dentro del SAR
I14	La hidrología superficial es el medio por el cual llegan gran parte de los contaminantes a la zona marina.
I15	La disponibilidad de agua es uno de los factores determinantes en la presencia, abundancia y distribución de vegetación dentro del SAR.
I16	La poca disponibilidad de agua dentro del SAR es un factor importante que ha limitado el crecimiento poblacional en el SAR.
I17	La condición crítica de los mantos freáticos influye en la necesidad de una mejor infraestructura para la distribución de agua potable y el reuso de las aguas residuales.
I18	La disponibilidad de agua es una de las limitantes más importantes para el desarrollo de las actividades económicas en el SAR.
I19	La batimetría, aunada al tipo de fondo de los cuerpos de agua marinos, es uno de los factores que determinan la presencia y distribución de la fauna acuática.
I20	La batimetría del SAR es determinante en la ubicación y capacidad operativa de los puertos de El Sauzal y Ensenada. El oleaje causa afectación a los usos de suelo por la erosión de la Zona Federal Marítimo Terrestre. La existencia de infraestructura portuaria ha modificado los procesos de erosión y depositación en sitios puntuales del SAR.
I21	Las corrientes en el SAR son parte fundamental en la capacidad de asimilación de los contaminantes contenidos en las aguas residuales urbanas.
I22	Las corrientes son determinantes en el transporte y distribución de flora y fauna marina en el SAR.
I23	Los niveles bajos de contaminación marina permiten el desarrollo de las actividades turísticas que se realizan en el mar.
I24	La flora y fauna terrestre representan los principales recursos para el desarrollo de las actividades económicas primarias como la agricultura, ganadería y avicultura.

Clave	Descripción de la interacción
I25	La flora y fauna marina representan los principales recursos para el desarrollo de las actividades económicas primarias y terciarias, como la pesca, pesca deportiva y la acuicultura.
I26	El paisaje es un activo dentro del SAR que promueve el desarrollo del urbanismo en zona federal marítimo terrestre.
I27	El paisaje en el SAR es un atractivo turístico que influye en las actividades económicas terciarias como el turismo y servicios.
I28	El crecimiento poblacional y la vivienda en el SAR generan demanda de infraestructura y servicios urbanos, y a su vez la falta de disponibilidad de servicios, como agua potable, limita el crecimiento poblacional y vivienda.
I29	El incremento poblacional en el SAR aumenta la demanda de empleo para la población económicamente activa.
I30	El aumento de infraestructura urbana en el SAR permite el mejoramiento de las actividades económicas existentes y la creación de nuevas actividades económicas.
I31	La condición de las actividades económicas en el SAR influye directamente en la generación de empleo para la PEA.

IV.2.6 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

A partir de la caracterización del SAR y de la identificación de las principales interrelaciones, se identificaron los componentes o recursos relevantes del SAR. La identificación de los componentes relevantes o críticos se basó en los siguientes criterios: a) el número de interrelaciones que presentan con otros componentes, b) en el caso de elementos naturales, la fragilidad del componente o recurso o bien, la susceptibilidad de reflejar la interacción de los elementos del ecosistema con los factores humanos y c) aquellos componentes socioeconómicos del sistema que puedan ser representativos de las tendencias de deterioro del SAR. De acuerdo a lo anterior, los componentes ambientales relevantes son:

Clima. El clima es relevante porque tiene interacción o influencia directa con el proceso de erosión del suelo, en la hidrología, en la flora y la fauna tanto terrestre como marina y en las actividades económicas. El clima no presenta fragilidad por la realización de las actividades antropogénicas realizadas en el SAR.

Geomorfología y geología. La relevancia de este componente estriba en que tiene interacción o influencia directa con el proceso de formación del suelo, en la hidrología, en la calidad paisajística y en la urbanización dentro del SAR. Este componente presenta una baja fragilidad ante la realización de actividades humanas.

Procesos costeros. A pesar de que este componente no tienen muchas interacciones, su relevancia consiste en su fragilidad ante la realización de actividades antropogénicas (por ejemplo construcción de obras costeras, canalización de arroyos, urbanización de la zona costera).

Suelo. El suelo es relevante ya que, si bien solo presenta interacción directa con la vegetación y las actividades económicas, tiene alta fragilidad y es un componente que puede representar un indicador del proceso de deterioro del SAR.

Hidrología. Este componente tiene interacción o influencia directa con el transporte de contaminantes hacia la zona marina, con la flora y fauna terrestre, la demografía, al urbanización y las actividades económicas dentro del SAR. Además de actuar con cinco de los componentes del SAR, cobra relevancia por su fragilidad ante las actividades humanas.

Flora y fauna marina. Además de los componentes que inciden en la flora y fauna marina (clima, barimetría, oleaje, corrientes, procesos costeros, corrientes y circulación costera), ésta tiene influencia en las actividades económicas y presenta alta fragilidad. Por ello, también es considerada como un componente relevante del SAR.

Calidad Paisajística. En el paisaje se presenta la incidencia de la geomorfología y la geología del SAR aunque también puede decirse que se ve afectado por la infraestructura y las actividades económicas. Por otra parte, este componente presenta en general baja fragilidad, con excepción de un fragmento de la franja costera que colindará con la expansión del puerto.

Actividades económicas. Este componente presenta interacciones con nueve diferentes componentes y está muy relacionado con las tendencias de desarrollo y deterioro en el SAR por lo que también se considera un componente relevante.

IV.2.7 Identificación de las áreas críticas

El área del SAR considerada como crítica y que por sus condiciones es más vulnerable a los impactos que podrían generarse por el proyecto, es la línea de costa (playas y cantiles activos) al Sur del puerto de El Sauzal hasta el límite con la celda litoral II. Esta zona estará sujeta a fragmentación por cambio de uso de suelo y alteraciones en los procesos costeros.

IV.3 Diagnostico Ambiental Regional

IV.3.1 Análisis de los procesos de cambio en los indicadores de la calidad ambiental del SAR

La estructura e interacciones del SAR que se describe en el apartado IV.2.5 han estado sometidas a un proceso de cambio intenso desde principio de la década de 1980, generado por un intenso desarrollo costero. El desarrollo costero se ha manifestado en diferentes zonas del SAR y ha sido paulatino pero actualmente solo una pequeña superficie del SAR aún se encuentra en buen estado de conservación.

En términos generales, el diagnóstico ambiental del SAR es reflejo de la condición de los componentes ambientales relevantes o críticos cuyo estado puede considerarse como un indicador de la calidad

ambiental regional. A continuación se presenta un diagnóstico ambiental regional basado en las condiciones de los componentes ambientales críticos identificados en el apartado IV.2.6.

Clima. El clima del SAR presenta cambios paulatinos donde se han acentuado los fenómenos meteorológicos extremos y se ha perdido la regularidad de los cambios de estación. El clima no presenta fragilidad por la realización de las actividades antropogénicas realizadas en el SAR. Sin embargo, las actividades antropogénicas contribuyen con el cambio climático global.

Geomorfología y geología. Este componente presenta una fragilidad media ante la realización de actividades humanas y en términos generales puede considerarse que este componente se encuentra en buen estado. Las afectaciones más notables son las modificaciones a la fisiografía ocasionadas por la construcción de obras costeras y la explotación de bancos de materiales pétreos (por ejemplo cerro El Vigía, meseta El Tigre).

Procesos costeros. Por su fragilidad, esta componente ha sufrido notables modificaciones en los últimos 40 años. Las modificaciones pueden ser descritas en función de los procesos de cambio en las celdas litorales.

Celda Salsipuedes

En la celda Salsipuedes existen evidencias de procesos erosivos intensos que han ocasionado que algunos propietarios de los terrenos costeros construyan obras de protección.

Celda I

En la zona Norte de la celda I eventos puntuales han provocado el avance de la línea de costa de manera artificial. Tal es el caso de los deslizamientos al Norte del segmento A1 - A4. Sin embargo los procesos erosivos continuos como los reportados por Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997) evidencian que, al menos en la zona de cantiles que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción.

En el caso de la zona Sur de la celda, la información disponible indica que los procesos erosivos dominan sobre los procesos de depositación o acreción. Así lo indican tanto la razón de retroceso determinada por Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997) como el aumento de las estructuras de protección (muros) que se ha dado en los últimos 10 años.

Celda II

De acuerdo con Cruz-Colín y Cupul Magaña (1997), los cantiles de la celda litoral II presentan una razón de retroceso de 0.7 m/año. Esta celda no tiene otros aportes de sedimento que los cantiles y se estima que el material erosionado de los cantiles se pierde por resuspensión. De acuerdo con lo

anterior y considerando las dimensiones de la celda y sus características geomorfológicas, se estima que en esta celda los procesos erosivos y de depositación o acreción están en equilibrio con probable dominancia de los procesos de depositación.

Celda III

Peñador *et al.* (2008) determinaron los procesos de erosión a partir de la evaluación de los cambios en la línea de costa para la celda litoral III mediante el uso de fotografía aérea e imágenes de satélite. La determinación realizada por estos autores comprendió el periodo de 1985 a 2005. Si se consideran los eventos de erosión-depositación que se dieron a lo largo de los 20 años que comprende este análisis, se puede determinar que entre 1985 y 2005 se tuvo un balance negativo de 81, 719 m² de sedimento a una tasa de erosión de aproximadamente 4,000 m²/año.

Celda IV

En esta celda hay un aparente equilibrio de los procesos de erosión y depositación ya que en la zona de cantiles dominan los procesos erosivos pero en la zona de playas (barra de arena) dominan los procesos de depositación o acreción.

Suelo. Este componente está sujeto a los procesos erosivos naturales que en el SAR en general y en el área del proyecto en particular están siendo acelerados por efecto de las actividades antropogénicas (deforestación, cambios de uso de suelo, bloqueo de arroyos etc.). El estado de este componente indica un detrimento en la calidad ambiental del SAR.

Hidrología. Debido a su fragilidad, este componente del SAR refleja rápidamente los cambios en la calidad ambiental. La hidrología subterránea está en estado crítico por sobre explotación, intrusión de agua de mar en zonas costeras y contaminación por las descargas directas al suelo.

Flora y fauna marina. La flora marina en el SAR se encuentra en un ligero proceso de deterioro debido a diversos factores de estrés tanto naturales como antropogénicos. Fenómenos climáticos de escala global como el ENSO (El Niño, Oscilación del Sur) alteran periódicamente el desarrollo de las comunidades de flora marina. En el caso de los factores antropogénicos, destacan afectaciones puntuales como las descargas de aguas residuales, la instalación de artes de cultivo tanto de moluscos bivalvos como de peces (ranchos atuneros) y la operación de infraestructura portuaria.

La fauna marina en el SAR se encuentra en un proceso de deterioro debido principalmente a la sobreexplotación de las especies comerciales y de autoconsumo.

Calidad Paisajística. Las alteraciones provocadas por actividades humanas han fragmentado el paisaje del SAR; sin embargo, aún existen grandes extensiones de terreno en las que la calidad del

paisaje se mantiene intacta. En términos generales, este componente del SAR presenta una calidad aceptable.

Actividades económicas. El SAR presenta un deterioro de actividades económicas en otro tiempo fundamentales para la región como es el caso de la industria pesquera que ha tenido una contracción constante a partir del embargo atunero de principios de la década de 1990. A esto se suma la crisis económica de escala mundial originada por la caída del mercado hipotecario y los derivados financieros a partir del 2008 y que ha presentando sus mayores efectos durante todo el 2009.

IV.4 Construcción de Escenarios Futuros

En este apartado se presenta un pronóstico de los escenarios futuros en el SAR considerando los procesos de cambio identificados en la sección anterior. La construcción de escenarios hace consideraciones que permiten acotar los procesos que ocurren actualmente en el SAR y proyectarlos a futuro en tres diferentes plazos: corto (hasta cinco años), mediano (de seis a quince años) y largo (16 años en adelante). Las consideraciones que se tomaron para realizar la construcción de escenarios futuros son:

- Las presiones actuales sobre el SAR permanecen constantes a lo largo del tiempo.
- No se incluye la realización del proyecto como una variable de cambio.
- No se toman acciones adicionales a las existentes para revertir los procesos de deterioro.

IV.4.1 Escenario futuro del SAR en el corto plazo

El clima del SAR seguirá cambiando paulatinamente aunque no se notarán cambios significativos en el corto plazo.

Como se estableció en la sección anterior, la geomorfología y geología del SAR presentan una fragilidad media ante la realización de actividades humanas y en términos generales puede considerarse que este componente se encuentra en buen estado. No se prevén modificaciones sustanciales en el corto plazo.

Los procesos costeros seguirán siendo afectados por las actividades antropogénicas. Con base en las tasas de erosión identificadas para cada celda litoral, se estima que se presentarán los siguientes cambios en el corto plazo:

En el caso de la celda Salsipuedes continuarán los procesos erosivos intensos y la respuesta de los propietarios a través de la construcción de obras de protección.

En la celda I continuará el retroceso de los cantiles. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.93 m/año los cantiles podrían retroceder alrededor de 4.5 metros en el corto plazo.

La celda II seguirá sometida a los procesos erosivos y seguirá el retroceso de los cantiles activos. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.7 m/año los cantiles podrían retroceder alrededor de 3.5 metros en el corto plazo.

Los procesos erosivos continuarán en la celda III. Considerando la tasa de pérdida de terrenos costeros de 4,000 m²/año (Peynador *et al.*, 2008) la línea de costa podría retroceder más de 10 m y podrían perderse alrededor de 20,000 m² de terrenos costeros en el corto plazo.

Para el caso de la celda IV no se prevén cambios significativos en el corto plazo.

En el corto plazo se prevé la ocurrencia de al menos un evento climático ENOS (El Niño Oscilación del Sur) que causará erosión del suelo. Continuarán los efectos de la deforestación, los cambios de uso de suelo, el bloqueo de arroyos y el resto de las actividades antropogénicas que afectan a esta componente del SAR.

Continuará la sobreexplotación de los recursos hídricos, particularmente de los acuíferos. Debido a su estado crítico aumentarán los problemas de abasto de agua potable y se agudizará la intrusión de agua de mar en zonas costeras.

El proceso de deterioro de la flora y fauna marina continuará en el corto plazo debido a los factores señalados en el apartado anterior.

En el corto plazo no se prevén cambios significativos en la calidad paisajística del SAR.

En el corto plazo las actividades económicas tendrán una contracción menos acelerada y al final del periodo de corto plazo probablemente se estabilice.

IV.5.2 Escenario futuro del SAR en el mediano plazo

El clima del SAR seguirá cambiando paulatinamente aunque empezarán a ser más evidentes los efectos del cambio climático global.

La geomorfología y la geología continuarán presentando fragilidad media ante la realización de actividades humanas. Tampoco se prevén cambios sustanciales en el mediano plazo.

Los procesos costeros seguirán siendo afectados por las actividades antropogénicas. Con base en las tasas de erosión identificadas para cada celda litoral, se estima que se presentarán los siguientes cambios en el corto plazo:

En el caso de la celda Salsipuedes continuarán los procesos erosivos intensos y la respuesta de los propietarios a través de la construcción de obras de protección.

En la celda I continuará el retroceso de los cantiles. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.93 m/año los cantiles podrían retroceder alrededor de 15 metros en el mediano plazo.

La celda II seguirá sometida a los procesos erosivos y seguirá el retroceso de los cantiles activos. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.7 m/año los cantiles podrían retroceder alrededor de 10.5 metros en el mediano plazo.

Los procesos erosivos continuarán en la celda III. Considerando la tasa de pérdida de terrenos costeros de 4,000 m²/año (Peynador *et al.*, 2008) la línea de costa podría retroceder más de 30 m y podrían perderse alrededor de 60,000 m² de terrenos costeros en el corto plazo.

Para el caso de la celda IV no se prevén cambios significativos en el mediano plazo.

En el mediano plazo se prevé la ocurrencia de al menos tres eventos climáticos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) que causará erosión del suelo. Continuarán los efectos de la deforestación, los cambios de uso de suelo, el bloqueo de arroyos y el resto de las actividades antropogénicas que afectan a esta componente del SAR.

A mediano plazo, la hidrología subterránea estará agotada, por lo que sería previsible contar para ese entonces que el SAR contará con sistemas alternativos de agua, como reuso o desalinización de agua de mar.

El proceso de deterioro de la flora y fauna marina continuará en el mediano plazo debido a los factores señalados en el apartado anterior y se estima que declinen las poblaciones algunas de las especies comerciales de fauna marina.

En el mediano plazo se prevén algunos cambios significativos en la calidad paisajística del SAR causados por la reactivación de los desarrollos turísticos costeros.

En el mediano plazo se prevé una estabilización de las actividades económicas.

IV.5.3 Escenario futuro del SAR en el largo plazo

En el largo plazo el clima del SAR se verá modificado drásticamente como consecuencia del cambio climático global.

La geomorfología y la geología se verán modificadas, particularmente en la zona costera del SAR, como consecuencia del incremento del nivel del mar.

Los procesos costeros seguirán siendo afectados por las actividades antropogénicas. Adicionalmente estos procesos se verán modificados por el incremento del nivel del mar.

En el caso de la celda Salsipuedes continuarán los procesos erosivos intensos y la respuesta de los propietarios a través de la construcción de obras de protección.

En la celda I continuará el retroceso de los cantiles. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.93 m/año los cantiles podrían retroceder más de 20 metros en el largo plazo. Este retroceso podría ser más drástico considerando el incremento del nivel del mar.

La celda II seguirá sometida a los procesos erosivos y seguirá el retroceso de los cantiles activos. Considerando la tasa de retroceso estimada por Cruz-Colín y Cupul-Magaña (1997) de 0.7 m/año los cantiles podrían retroceder alrededor de 15 metros en el largo plazo.

Los procesos erosivos continuarán en la celda III. Considerando la tasa de pérdida de terrenos costeros de 4,000 m²/año (Peynador *et al.*, 2008) la línea de costa podría retroceder más de 30 m y podrían perderse más de 80,000 m² de terrenos costeros en el largo plazo.

Para el caso de la celda IV no se prevén cambios significativos en el largo plazo.

En el largo plazo se prevé la ocurrencia de al menos tres eventos climáticos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) que causará erosión del suelo. Continuarán los efectos de la deforestación, los cambios de uso de suelo, el bloqueo de arroyos y el resto de las actividades antropogénicas que afectan a esta componente del SAR.

A largo plazo, la hidrología subterránea estará agotada, por lo que sería previsible contar para ese entonces que el SAR contará con sistemas alternativos de agua, como reuso o desalinización de agua de agua de mar.

El proceso de deterioro de la flora y fauna marina continuará en el largo plazo y se estima que declinen drásticamente las poblaciones algunas de las especies comerciales de fauna marina. La extracción y el cultivo intensivo de especies de especies comerciales podría afectar las relaciones ecológicas de las comunidades de todo el SAR.

En el largo plazo se prevén algunos cambios significativos en la calidad paisajística del SAR causados por la reactivación de los desarrollos turísticos costeros.

En el largo plazo se prevé una estabilización de las actividades económicas.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SAR

V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional

V.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

La descripción del escenario modificado por el proyecto se basa en el escenario futuro descrito en el apartado IV.4, pero agregando la realización del proyecto. El escenario futuro del SAR modificado por el proyecto es el siguiente:

El clima que prevalece en el SAR no se verá afectado por la realización del proyecto. Los procesos de deterioro de este componente ambiental tampoco se verán acelerados por las actividades del proyecto.

La geología del SAR no será modificada por el proyecto. Sin embargo, la geomorfología sí se verá afectada en el sitio del proyecto ya que se modificará la batimetría, la playa y los cantiles en las zonas de dragado y rellenos. Sin embargo, esta afectación es poco significativa en la escala del SAR.

La ampliación de las estructuras de protección del puerto de El Sauzal tendrá efectos en los procesos costeros del SAR. Sin embargo, se prevé que estos efectos se limiten a la celda litoral I. Los posibles efectos negativos podrían sumarse al actual proceso de deterioro de esta componente del SAR consistente en el retroceso de la línea de costa.

Ni la composición del suelo ni la hidrología dentro del SAR se verán afectadas por la realización del proyecto.

La construcción de la infraestructura del proyecto afectará la composición y abundancia de las comunidades de fauna marina (principalmente especies bénticas). Esta afectación se limitará a la zona del proyecto y no se prevén afectaciones fuera de esta área.

El paisaje presenta baja fragilidad, con excepción de la sección de franja costera que colindará con la expansión del proyecto, en donde el actual paisaje marino sufrirá fragmentación y puede representar un indicador de los procesos de deterioro.

La construcción del proyecto representará una inversión directa estimada en más de 440 MDP. Asimismo, la operación del proyecto implicará el ingreso constante de divisas a la ciudad. Por tal motivo, la actividad económica dentro del SAR se verá beneficiada.

V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

Las posibles fuentes de cambio o perturbación, se identificaron a través del análisis de cada actividad del proyecto y de su posible incidencia en las componentes ambientales. El procedimiento que se llevó

a cabo para este análisis se detalla en el apartado V.2 de este estudio. Los resultados de este análisis se presentan en el apartado V.3 en donde se identifican para cada impacto las acciones que lo provocan, así como sus efectos en la estructura y funcionamiento del sistema ambiental.

V.2 Método para evaluar los impactos ambientales

El método empleado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales consistió en los pasos que se describen a continuación:

1. Documentación sobre todos los aspectos del proyecto y desglose del mismo en actividades particulares. En esta etapa, el equipo de evaluación analizó todos los aspectos técnicos del proyecto con base a la información proporcionada por el promovente y apoyándose en entrevistas con el personal encargado del desarrollo del proyecto. Toda esta información se desglosó en etapas y se elaboraron los listados de actividades para cada etapa. Los resultados de esta etapa se presentan en el capítulo II y los anexos correspondientes.
2. Investigación de las características biofísicas y socioeconómicas del área (atributos ambientales). Para la descripción de las componentes biofísicas y socioeconómicas del área cuyas características requieren de series de datos o estudios a largo plazo, se consultaron diversas fuentes de información. Las fuentes de información se presentan en el capítulo de bibliografía. En esta etapa también se realizaron trabajos de campo para determinar: La validez y vigencia de la información bibliográfica, la información para la cual se requieren mediciones u observaciones directas, y la factibilidad técnica del desarrollo del proyecto en el sitio.
3. Elaboración de un listado de las principales etapas y actividades del proyecto. A partir de este listado, se elaboró la primera columna de la matriz presentada en el Anexo VIII. Este listado se generó con base en los resultados del paso 1.
4. Identificación de las características más relevantes del medio, a fin de relacionarlas con el listado de atributos ambientales que se presenta en el renglón superior de la matriz de impactos del Anexo VIII. Esta identificación se realizó con base a los resultados del paso 2.
5. Identificación de los posibles impactos. La identificación se realizó para cada cruce de las columnas y los renglones de la matriz. En cada una de estas casillas se buscaron los posibles impactos que pueden causar las actividades particulares del proyecto en los diferentes atributos ambientales, así como también, los impactos que pudieran tener los atributos ambientales sobre el proyecto y su operación.
6. Las intersecciones en las que se encontraron impactos se marcaron con un número consecutivo mediante el cual se elaboró la lista de impactos determinados que se presenta en el Anexo VIII.

7. Caracterización, clasificación y evaluación de los impactos determinados. Para este paso se definieron los siguientes criterios:

Naturaleza del impacto. Se utilizó este criterio para determinar si el impacto es adverso o benéfico con base a las siguientes categorías:

- Impacto positivo: Se refiere a los impactos que propician un mejoramiento o cambio positivo en el atributo ambiental en el que inciden.
- Impacto Negativo: Son los impactos cuya ocurrencia provoca un deterioro del atributo ambiental y que en consecuencia, requieren de la implementación de medidas de prevención y/o mitigación.
- Impacto reglamentado: En esta categoría se clasificaron los impactos negativos que por estar ampliamente identificados y documentados, se encuentran contemplados dentro de algún instrumento normativo (Ley, reglamento, norma oficial etc.). Por tal razón, se considera que independientemente de las medidas de prevención y mitigación que se propongan. Los impactos mencionados cuentan ya con medidas preestablecidas para su prevención y/o mitigación. Lo anterior no significa que dichos impactos no sean negativos, simplemente, se cuenta ya con una medida de mitigación a priori adicional a las que se determinen.

Duración o temporalidad del impacto. Este criterio se utilizó para clasificar a los impactos de acuerdo a las siguientes categorías:

- Temporal: La alteración del atributo ambiental cesa cuando la actividad o actividades que la causan cesan.
- Permanente: La alteración del atributo permanece aunque la actividad que ocasionó el impacto cese.

Reversibilidad: Este criterio se utilizó para diferenciar entre los impactos cuyos efectos sobre los atributos ambientales pueden revertirse a través de la capacidad de auto depuración del medio y los que ocasionan afectaciones que no pueden revertirse. Los impactos se clasificaron en dos categorías:

- Reversible: Cuando la alteración causada por el impacto sobre el atributo ambiental puede ser asimilada por el entorno en un tiempo determinado debido al funcionamiento de procesos naturales de sucesión ecológica y/o de los mecanismos de auto depuración del medio.
- Irreversible: Supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se realizara la acción que produce el impacto.

Importancia o significancia del impacto: Este criterio se refiere a la significancia que tiene el impacto considerando los siguientes aspectos: a) La condición en que se encuentra el atributo impactado, b) La

relevancia de la o las funciones ambientales del atributo impactado, c) La incidencia del impacto en los procesos de deterioro, d) La capacidad de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema e) La concordancia con los usos de suelo actuales y/o proyectados exista o no una regulación formal. De acuerdo a lo anterior, se establecieron las siguientes categorías para los impactos que hayan sido catalogados como negativos o reglamentados:

- Muy alto: Se refiere a los impactos con afectación sobre atributos en condiciones prístinas, que tengan funciones ambientales relevantes y con una nula capacidad de asimilación del impacto o de regeneración de las condiciones iniciales. Además, los impactos deberán tener una incidencia directa en los procesos de deterioro y estar en conflicto con los usos de suelo determinados para la zona o bien con el uso actual.
- Alto: Supone impactos con incidencia directa sobre los procesos de deterioro de los atributos ambientales y que actúan sobre atributos con poca capacidad de asimilación y/o de regeneración pero que no tienen funciones ambientales relevantes. Estos impactos pueden estar o no en conflicto con el uso de suelo determinado o existente.
- Medio: Aquellos impactos que actúan sobre atributos ya impactados y que además, no tiene una función ambiental relevante. Aplica si los atributos tienen una capacidad de asimilación y/o de regeneración media. Estos impactos pueden estar o no en conflicto con el uso de suelo determinado o existente.
- Bajo: Se refiere a los impactos que actúan sobre atributos ya impactados, que no tienen funciones relevantes y que tienen una alta capacidad de asimilación y/o de regeneración. Aplica cuando no se genera un conflicto de los usos del suelo.

Para el caso de los impactos positivos, la importancia o significancia se definió en base a las siguientes categorías:

- Muy alto: Se refiere a impactos que impliquen la regeneración o mejoramiento de atributos ambientales dañados o en malas condiciones y que sean relevantes. Así mismo que tengan una incidencia directa en el mejoramiento del atributo impactado y que ayuden a mitigar conflictos en el uso de los recursos naturales.
- Alto: Impactos que influyan en mejoramiento de atributos ambientales dañados o en malas condiciones aún y cuando no sean relevantes. Que tengan una incidencia directa en el mejoramiento del atributo impactado.

- Medio: Se refiere a impactos que influyan en el mejoramiento de atributos ambientales que no se encuentren dañados pero que mejorarán su calidad gracias al impacto. Se requiere que el impacto tenga una incidencia directa en el atributo.
- Bajo: Aquellos impactos que influyan en el mejoramiento de atributos ambientales que no se encuentren dañados y que mejorarán su calidad gracias al impacto. Sin embargo estos impactos no tienen una incidencia directa sobre el atributo.

Extensión o cobertura. Este criterio determina la magnitud del impacto tomando en cuenta la relación entre el área que delimita el atributo impactado y la probable área de influencia del impacto. Se definieron las siguientes categorías:

- Total: Supone un impacto que abarca toda la extensión del área que delimita el atributo impactado.
- Extendido: Se refiere a impactos que abarcan más del 50% del área que delimita el atributo ambiental.
- Confinado: Aquellos impactos que actúan en un área menor al 50% de la que delimita el atributo.
- Puntual: Se refiere a impactos en áreas específicas o puntuales y que en conjunto no representan más del 5% del área que delimita al atributo afectado.

8.- Posteriormente a la clasificación y evaluación de los impactos, se procedió a elaborar las medidas de prevención y/o mitigación que se proponen para los impactos negativos (incluyendo los reglamentados). En el caso de los impactos positivos, no se proponen medidas de mitigación por obvias razones.

9.- Como siguiente acción, se elaboró la Tabla LIII en la que se hace un resumen de las características de los impactos determinados.

Con base a los resultados expresados en dicha tabla y a la compenetración que el equipo de evaluación tuvo, tanto con el proyecto como con las características del medio circundante, se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones, y a la redacción del presente informe.

V.2.1 Indicadores de impacto

Se consideraron los atributos ambientales definidos en el punto anterior (los cuales se encuentran contenidos en la matriz de impactos en el Anexo VIII como indicadores de impacto para la evaluación del proyecto. Lo anterior, debido a que cumplen con los criterios de representatividad, relevancia, exclusión, fácil identificación y, en algunas ocasiones pueden ser medidos en términos cuantitativos.

V.2.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores de impacto se encuentran contenidos en la matriz de impactos en el Anexo VIII. Los indicadores seleccionados fueron: aire, agua, suelo, ecosistema, sonido, sociales, economía y recursos. Estos a su vez se subdividen en otras categorías las cuales fueron analizadas en la matriz.

V.2.3 Criterios y metodologías de evaluación

Los criterios y la metodología de evaluación se describieron ampliamente en el apartado V.1.

V.2.3.1 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Se utilizó una metodología *ad hoc* basada en la matriz de Leopold *et al* (1971) modificada (descrita en el apartado V.1), en la cual se le incorporaron los indicadores (atributos) ambientales señalados en el apartado V.1.2.

V.2.3.2 Impactos identificados

La matriz de identificación de impactos se presenta en el Anexo VIII mientras que en la **Error! Reference source not found.** se presenta un resumen de los impactos identificados. A continuación, se da una descripción detallada de los impactos ambientales identificados:

Impacto 1: Modificación de la calidad del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de acarreo de materiales y movimientos de maquinaria.

Toda obra civil que involucre el movimiento de materiales pétricos y la circulación de vehículos de carga y maquinaria pesada genera partículas en suspensión (polvos). Estas partículas, generalmente incluyen una fracción respirable (>10 micras) y se considera que el aumento de partículas en el aire es un impacto negativo.

Este impacto se caracterizó como temporal, en virtud de que al cesar las actividades de construcción cesará también la emisión de partículas y por lo tanto también cesará el impacto. Se consideró que es un impacto reversible ya que el atributo impactado (calidad del aire) es capaz de recuperar por sí mismo sus condiciones originales una vez que haya cesado el impacto.

De acuerdo con los criterios establecidos para la evaluación, se consideró que este impacto es de significancia baja y de cobertura puntual.

Impacto 2: Modificación de la calidad del aire por emisión de gases por combustión de diesel y gasolina, generado por la maquinaria pesada y vehículos utilizados para el movimiento de materiales, construcción de la obra y transporte de personal e insumos así como por las embarcaciones de servicio.

Este impacto se caracterizó como temporal, en virtud de que al cesar las actividades de construcción cesará también la emisión de gases de combustión y por lo tanto también cesará el impacto. Se consideró que es un impacto reversible ya que el atributo impactado (calidad del aire) es capaz de recuperar por sí mismo sus condiciones originales una vez que haya cesado el impacto.

De acuerdo con los criterios establecidos para la evaluación, se consideró que este impacto es de significancia baja y de cobertura puntual.

Impacto 3: Eliminación de la flora y fauna marinas por aplastamiento durante las obras o por dragado en canal de acceso y dársena de ciaboga, y modificación del hábitat bentónico submareal por la construcción del camino de acceso.

Impacto 4: Modificación de la batimetría por la construcción y operación del rompeolas, el espigón, la dársena de ciaboga, los rellenos de los muelles y el canal de navegación.

Debido a que el proyecto contempla el dragado de construcción de una nueva dársena de ciaboga y un nuevo canal de navegación así como la ampliación del rompeolas y la construcción de un nuevo espigón, es inevitable la modificación de la batimetría de la zona.

Este impacto se caracterizó como permanente ya que las actividades de construcción ocasionarán cambios permanentes en la configuración del fondo. Se consideró que es un impacto irreversible ya que prácticamente imposible que el atributo impactado sea capaz de recuperar por sí mismo sus condiciones originales.

De acuerdo con los criterios establecidos para la evaluación, se consideró que este impacto es de significancia media y de cobertura puntual.

Impacto 5: Modificación del campo de oleaje por la construcción y operación del rompeolas, el espigón y el canal de navegación.

La configuración del fondo y los obstáculos modifican las características del oleaje por lo que la modificación de la batimetría y la construcción de las estructuras (ampliación del rompeolas y construcción del espigón) tendrán un efecto significativo en el campo de oleaje alrededor del puerto de El Sauzal. De hecho, las estructuras de protección tienen precisamente ese propósito pues están diseñadas para crear una zona de calma dentro de la rada portuaria en donde se elimine o al menos se minimice el efecto del oleaje.

Si bien la modificación del campo de oleaje es un objetivo deseado este impacto se caracterizó negativo por dos razones: la modificación del campo de oleaje afectará los procesos costeros y

modificará los patrones de arribo de olas en zonas que son utilizadas para el surf. El impacto se clasificó como permanente e irreversible.

Con la finalidad de evaluar la magnitud de este impacto, se modelaron los campos de oleaje considerando las nuevas estructuras. El resultado de esta modelación se muestra en la Figura 60 y en la Figura 61 para las condiciones de oleaje de mayor y menor altura promedio respectivamente. Como puede apreciarse en estas gráficas, la ampliación del rompeolas cumple con el propósito de crear una zona de calma al interior del puerto aunque también modifica las alturas y direcciones de oleaje al sur del puerto. Para apreciar mejor la modificación entre las condiciones actuales del campo de oleaje y el campo de oleaje posterior a la construcción de las estructuras se elaboraron la Figura 62 y la Figura 63 en donde se presenta la diferencia entre las alturas del oleaje antes y después de la construcción de las estructuras. En estas figuras puede apreciarse que las estructuras no modifican el campo de oleaje al Norte del puerto. Las únicas modificaciones se presentan al Sur; sin embargo estas modificaciones tienen una magnitud de cuando mucho unas decenas de centímetros. Por otra parte, estas modificaciones, se presentan en con un patrón en el que se mezclan aumentos y disminuciones de la altura en escalas del orden de pocos metros. Estos cambios no son significativos ya que el patrón descrito, al igual que todo el campo de oleaje, está sujeto a la fuerza de restauración (la gravedad). En patrones con las características descritas, la fuerza de restauración asimila el impacto (la modificación de las alturas).

Aunque el impacto determinado es bajo y susceptible de ser asimilado, se le asignó una importancia media ya que independientemente de la magnitud en los cambios de altura del oleaje, estos cambios aunados a los cambios de dirección de arribo, generan cambios en los procesos costeros de la zona.

El impacto se consideró de cobertura puntual ya que los cambios en el campo de oleaje ocurren en menos del 5% del campo de oleaje del SAR.

Impacto 6: Modificación de los procesos costeros (patrones de corrientes litorales, transporte de sedimentos, y procesos de erosión y depositación) en la zona costera aledaña al puerto.

La modificación de la batimetría, el campo de oleaje (con la consecuente potencial afectación de las corrientes litorales) y la eliminación del aporte sedimentario de los cantiles vecinos a la zona que será rellenada para la construcción de los muelles representará una modificación de los procesos costeros en la zona aledaña al puerto. Las afectaciones al campo de oleaje y la eliminación del aporte sedimentario de los cantiles ubicados en la zona a rellenarse serán permanentes por lo que se consideró este impacto también como permanente.

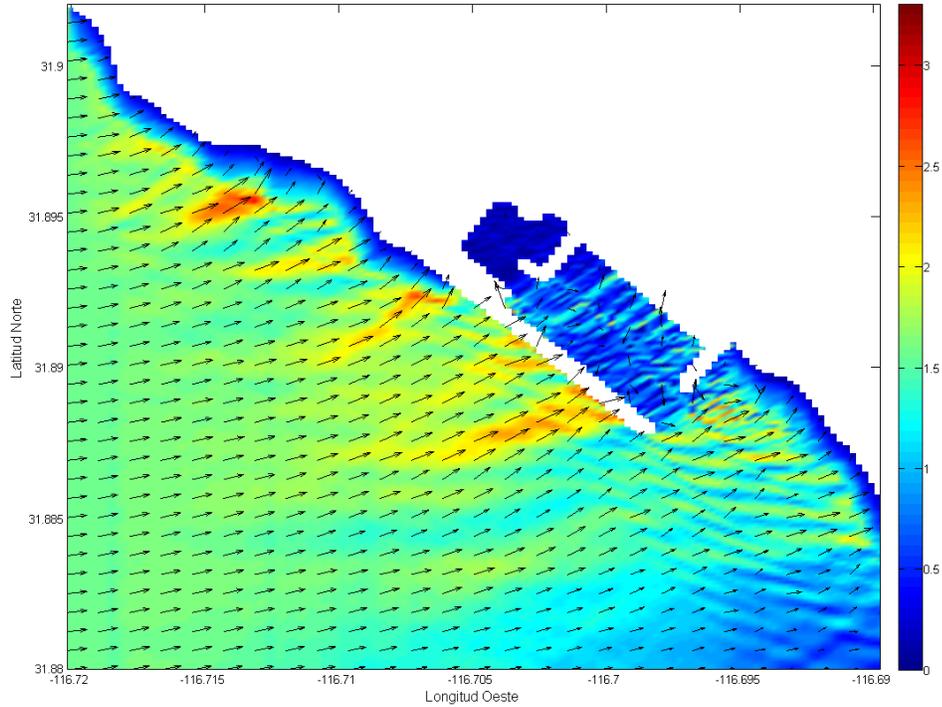


Figura 60. Campo de oleaje modificado en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura

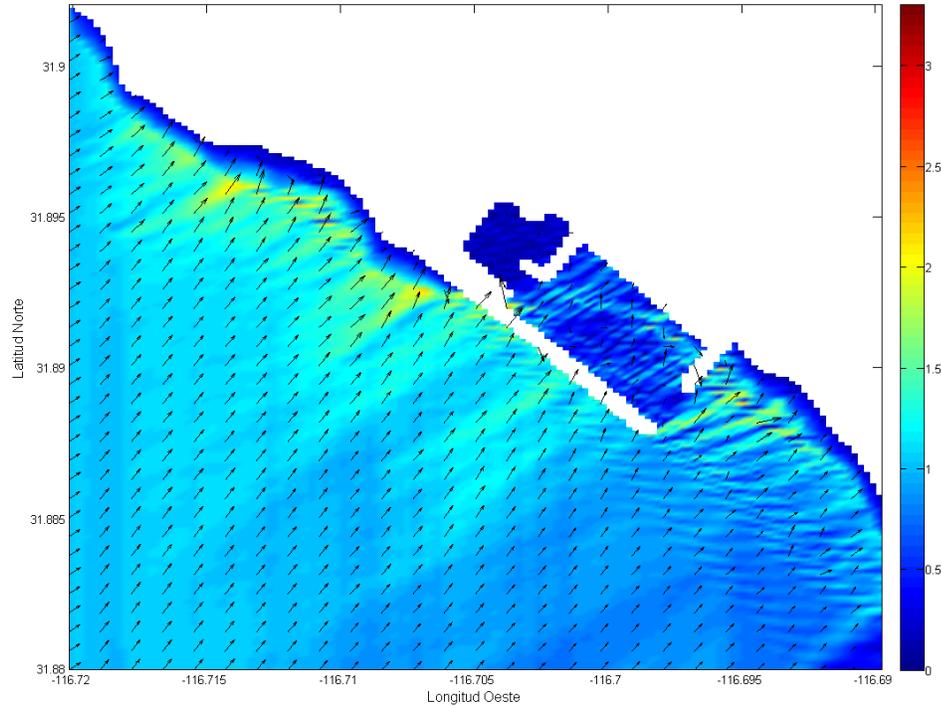


Figura 61. Campo de oleaje modificado en la zona costera frente al puerto de El Sauzal para la condición de oleaje de mayor altura

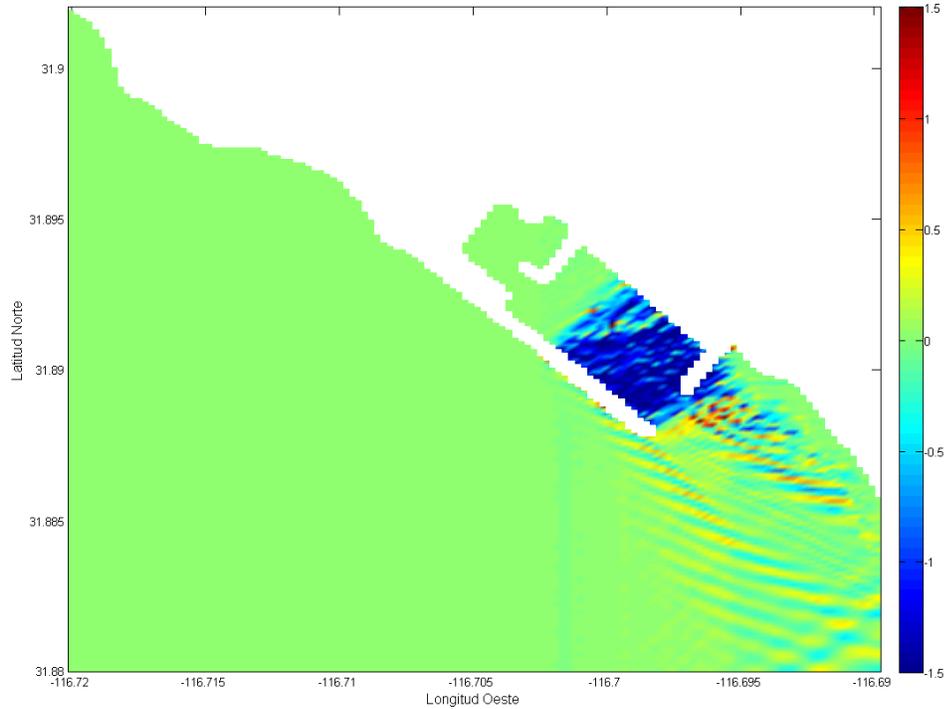


Figura 62. Diferencia entre las alturas del oleaje antes y después de la construcción de las estructuras (condición de alturas máxima promedio)

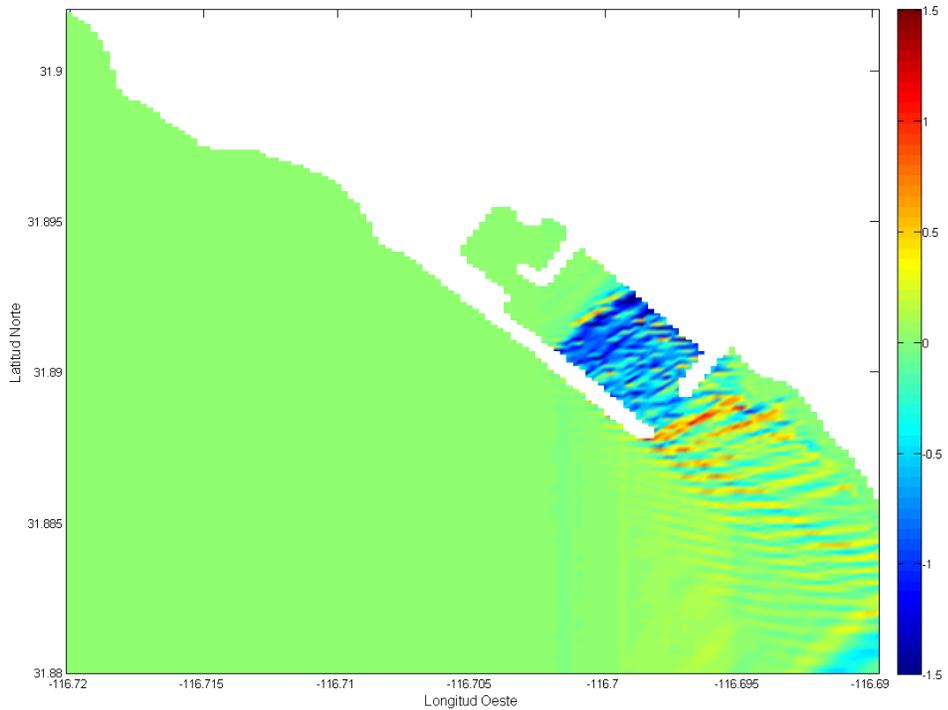


Figura 63. Diferencia entre las alturas del oleaje antes y después de la construcción de las estructuras (condición de alturas mínima promedio)

Algunos de los atributos ambientales impactados como la batimetría difícilmente podrán revertir de manera natural los cambios generados por el proyecto por lo que se consideró este impacto como irreversible.

Para evaluar la magnitud y alcances de los potenciales impactos a los procesos costeros se utilizó la información generada por las modelaciones del campo de oleaje anteriormente descritas. Esta información se combinó con la información adquirida en los levantamientos físicos que se realizaron para describir las celdas litorales.

Las modificaciones a los procesos costeros resultan de interés por ser estos los que determinan los patrones de erosión de la zona. Como se estableció en la evaluación del impacto 5, el proyecto no tendrá afectará el campo de oleaje al Norte del puerto. Por otra parte, de la modelación de los campos de oleaje se desprende que no habrá afectaciones a estos más al Sur de del límite de la celda litoral I. Por lo anterior, el análisis del posible impacto en los procesos costeros se enfocó en la zona Sur de la celda litoral I.

Como se reportó en el capítulo IV, la zona Sur de la celda litoral I, ubicada al Sur del puerto de El Sauzal, presenta una costa de cantiles con playas estrechas al pie de los mismos. Como también se señaló en el capítulo IV, esta zona comprende 18 segmentos, de los cuales uno es cantil inactivo, 8 son cantiles activos y 9 segmentos presentan muros de protección. Los cantiles activos presentan tasas de retroceso importantes (de varias decenas de centímetros por año) y son el elemento más sensible a los procesos costeros.

Para determinar la magnitud del impacto, se superpuso el campo de oleaje modificado por el proyecto a una gráfica que representa la secuencia de cantiles. Se tomó la premisa de que para que un cantil esté activo, es decir que presente erosión, es necesario que las olas que arriban excedan una cierta altura conocida como altura crítica y que los materiales del cantil sean susceptibles a ser erosionados por ese oleaje. De acuerdo con esto, un cantil que actualmente esté activo ya ha cumplido con esas condiciones. Por lo tanto, cualquier incremento en la altura del oleaje que arribe al pie de ese cantil incrementará la erosión. En la Figura 64 se presenta la superposición del campo de oleaje modificado para la condición de mayor altura promedio con la secuencia de los cantiles existentes en la zona de la celda litoral I que se ubica al Sur del sitio del proyecto. En esta figura, la escala de colores representa la diferencia de alturas entre el campo de oleaje existente y el campo de oleaje modificado por el proyecto para el oleaje máximo promedio. Como puede apreciarse en la figura, no hay evidencias de que existan incrementos significativos de altura que coincidan con los cantiles activos. Por lo tanto, se estima que el impacto en los procesos erosivos tampoco será significativo.

La eliminación del aporte sedimentario de los cantiles vecinos al área que será rellenado para la construcción de los muelles tampoco será significativo. En esta área, más del 50% de los cantiles cuentan con muro de protección y el cantil ubicado inmediatamente al Sur del espigón actual está inactivo. De acuerdo con esto, el aporte sedimentario de este segmento de la celda litoral no es significativo en términos del volumen que porta al balance sedimentario. Por lo tanto, se considera que el impacto a los procesos costeros debido a la eliminación de este aporte sedimentario tampoco es significativo.

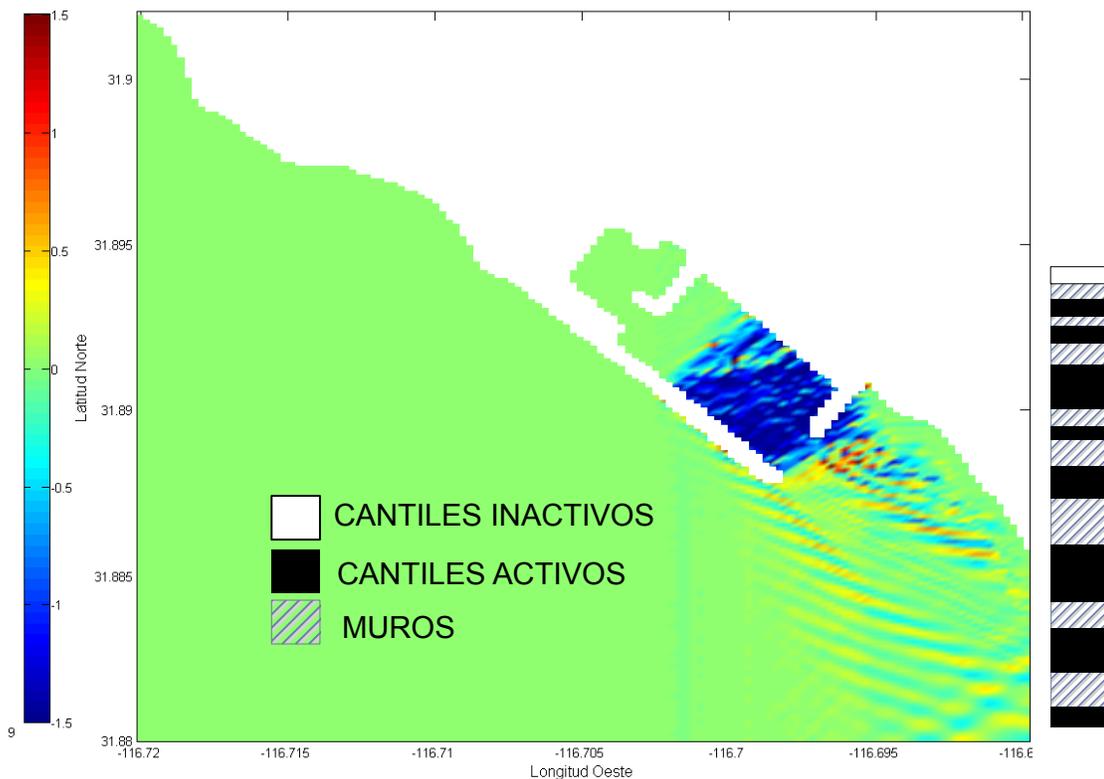


Figura 64. Superposición del campo de oleaje modificado para la condición de mayor altura promedio con la secuencia de los cantiles en la zona Sur de la celda litoral I

A pesar de que los impactos a los procesos costeros no serán significativos, se consideró este impacto de importancia media debido a que los procesos costeros son una componente relevante del SAR y pequeñas modificaciones en estos procesos pueden acumularse y adquirir mayor importancia en el mediano plazo contribuyendo a los procesos de deterioro del SAR.

El impacto se consideró puntual ya que afectará a menos del 5% de los procesos costeros del SAR.

Impacto 7: Incremento de la turbidez de la columna de agua por la construcción del rompeolas, el espigón, la dársena de ciaboga, los rellenos de los muelles y el canal de navegación así como por los dragados de mantenimiento.

El incremento de la turbidez debido a la resuspensión de materiales durante la etapa de construcción es un impacto caracterizado como temporal ya que una vez que concluyan los trabajos, el impacto también cesará. Por otra parte, el atributo impactado es susceptible de recuperar rápidamente sus condiciones originales por lo que se considera un impacto reversible.

Conforme a los criterios establecidos para la evaluación, se consideró que este es un impacto de importancia media y debido a que su cobertura es mucho menor al 5% de la parte marina del SAR se clasificó como puntual.

Impacto 8: Eliminación del sitio de "surf" conocido como "Stacks" y modificación de las condiciones del oleaje en los sitios conocidos como "el Pico" y "la Barra".

Debido a la construcción de las estructuras de protección y a los rellenos para la construcción de muelles se eliminará la zona de surf conocida como "Stacks". Asimismo se modificarán ligeramente las condiciones de oleaje en los sitios conocidos como "el Pico" y "la Barra".

Este impacto se consideró permanente e irreversible ya que las estructuras cubrirán la zona conocida como "Stacks" y el campo de oleaje será modificado ligera pero permanentemente por las mismas estructuras en los sitios conocidos como "el Pico" y "la Barra".

La actividad del surf no está considerada como una componente relevante del SAR. Por otra parte, la población que practica este deporte cuenta con otras opciones incluso con mejores características para el desempeño del surf como es el caso del sitio denominado "Tres emes".

El impacto se evaluó como de importancia baja y, debido a que representa más del 5% pero menos del 50% del atributo (donde la extensión total del atributo son el 100% de los sitios aptos para el desarrollo de la actividad) se clasificó como un impacto de cobertura confinada.

Impacto 9: Mejoramiento de la infraestructura portuaria por la construcción y operación del espigón, la dársena de ciaboga y los muelles, así como la ampliación del rompeolas y el canal de navegación.

Uno de los elementos más importantes que dan sustento a los procesos productivos es la infraestructura. Desde su concepción, diseño y construcción, el desarrollo de infraestructura genera derrama económica y una vez puesta en operación sustenta o apuntala gran cantidad de actividades. Como se estableció en el apartado de justificación, este proyecto surge por la necesidad que existe en el puerto de Ensenada para crear nuevas áreas operativas y de subsanar las carencias logísticas que

imposibilitan el buen desarrollo de las cadenas productivas que utilizan este recinto portuario. Las características del desarrollo urbano y la dinámica de transporte de la Ciudad de Ensenada son los factores principales que interfieren con la operación de las instalaciones portuarias e imposibilitan los planes de crecimiento. En virtud de lo anterior, se consideró este impacto como positivo. Dadas sus características de obra permanente, se consideró el impacto también como permanente.

El impacto se evaluó como alto dado que influirá en el mejoramiento de atributos ambientales dañados o en malas condiciones como es el caso del sistema económico del SAR teniendo una incidencia directa en el mejoramiento de dicho atributo.

Se consideró al impacto como confinado ya que su cobertura o influencia será mayor al 5% del universo del atributo impactado.

Impacto 10: Generación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Generación de empleos permanentes durante las etapas de operación y mantenimiento.

Si bien la derrama económica derivada del desarrollo del proyecto será muy relevante para el SAR, la generación de empleos directos no es muy significativa ya que a diferencia de otras actividades productivas, la construcción y operación de infraestructura no demanda mucha mano de obra. Por ello se consideró este impacto como bajo, reversible y puntual.

Impacto 11: Modificación del paisaje por la ampliación del puerto.

Debido a que las obras propuestas tendrán un carácter permanente y estas modificarán el paisaje, se consideró este impacto como negativo y permanente. En virtud de que no es posible que el atributo ambiental impactado recupere por sí mismo sus condiciones originales, se evaluó este impacto como irreversible.

Considerando los criterios establecidos para la evaluación, se determinó que este impacto tiene una importancia media y debido a que la fracción del atributo impactado representa menos del 5% del total se consideró este impacto como puntual.

Impacto 12: Contaminación del suelo y subsuelo por tránsito de maquinaria pesada durante la construcción del terraplen de acceso.

La ocurrencia de este impacto negativo puede representar una grave afectación al suelo y el subsuelo. Sin embargo, las actividades que podrían generar el impacto se desarrollarán solamente durante la etapa de construcción. Por lo tanto el impacto se evaluó como temporal. Por otra parte, el atributo ambiental impactado tiene la capacidad de restituir sus condiciones originales por lo que se evaluó este impacto como reversible.

En caso de ocurrir y considerando los criterios establecidos para la evaluación, se determinó que la importancia de este impacto es alta y su cobertura puntual.

Impacto 13: Modificación del relieve por la construcción del terraplen de acceso en la playa, la estabilización de cantiles y la construcción de los muelles.

Este impacto negativo se evaluó como permanente ya que una vez que se construya el terraplén de acceso se irá modificando hasta convertirse un parte de la infraestructura propuesta. Por ello se determinó que este impacto es permanente e irreversible.

Considerando los criterios establecidos para la evaluación, se determinó que la importancia de este impacto es baja y su cobertura puntual.

Impacto 14: Afectación al libre tránsito de los usuarios de la zona federal marítimo terrestre por la construcción del terraplen de acceso en la playa y muelles.

La Zona Federal Marítimo Terrestre (ZFMT) colindante con el proyecto forma parte de la concesión que ostenta la Administración Portuaria Integral de Ensenada por lo que existe todo el fundamento legal para utilizarla en el proyecto. Sin embargo, actualmente, diversos usuarios de la playa y la ZFMT utilizan esta zona para llegar a la playa o incluso con propósitos recreativos. El proyecto afectará de manera permanente estos usos de manera que se consideró el impacto como negativo, permanente e irreversible.

Considerando los criterios establecidos para la evaluación, se determinó que la importancia de este impacto es baja y su cobertura puntual.

Impacto 15: Mejoramiento de la estabilidad económica regional por la derrama económica asociada a la operación de la ampliación del puerto.

Este proyecto es impulsado por la Administración Portuaria Integral de Ensenada con el objetivo de ampliar la capacidad operativa de su “hinterland”, teniendo incrementos significativos el manejo de carga proveniente de la industria maquiladora del SAR y que es exportada a los destinos incluidos en las rutas comerciales actuales. Así mismo, permitirá la recepción de buques de mayor capacidad que transportan mercancía con destino a Baja California, Baja California Sur, Sonora, Arizona, etc. La ampliación motivo de este proyecto traerá beneficios económicos que permitirán tener estabilidad regional económica y comercial.

Debido a lo anterior este impacto se evaluó como positivo, permanente, reversible alto y confinado.

Impacto 16: Aumento en los ingresos del sector público por la operación de la ampliación del puerto.

La Administración Portuaria Integral de Ensenada es una de las empresas más importantes de la región, y el sector público (Gobierno Federal) es un socio de esta importante empresa paraestatal, lo que permite a los impactos económicos resultantes de este proyecto beneficien al sector público de manera directa.

Además, el incremento en la actividad de las empresas relacionadas con los servicios portuarios generarán impuestos que se traducirán en beneficios directos al sector público.

Debido a lo anterior este impacto fue evaluado como positivo, temporal, irreversible, alto y confinado.

Impacto 17: Afectación a la flora y fauna marina durante los dragados de mantenimiento en la dársena de ciaboga y el canal de navegación.

Durante esta actividad se removerán especies de fauna que se desplazan hacia el canal y dársena de ciaboga durante la operación del puerto, y que serán removidos por la draga de mantenimiento.

Este impacto fue evaluado como negativo, temporal, reversible, bajo y confinado.

Tabla LIII. Características y clasificación de los impactos determinados

No.	Naturaleza	Duración o temporalidad	Reversibilidad	Importancia o significancia	Extensión o cobertura
1	N	T	R	B	P
2	N	T	R	B	P
3	N	P	I	M	P
4	N	P	I	M	P
5	N	P	I	M	P
6	N	P	I	A	P
7	N	T	R	M	P
8	N	P	I	B	C
9	P	P	I	A	C
10	P	P	R	B	P
11	N	P	I	M	P
12	N	T	R	A	P
13	N	P	I	B	P
14	N	P	I	B	P
15	P	P	R	A	C
16	P	T	I	A	C
17	N	T	R	B	P

La nomenclatura de esta tabla se presenta en el Anexo VIII.

V.3. Selección y descripción de los impactos acumulativos, sinérgicos y significativos

A continuación se describen los impactos negativos acumulativos:

Impacto 1: Modificación de la calidad del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de acarreo de materiales y movimientos de maquinaria.

Impacto 2: Modificación de la calidad del aire por emisión de gases por combustión de diesel y gasolina, generado por la maquinaria pesada y vehículos utilizados para el movimiento de materiales, construcción de la obra y transporte de personal e insumos así como por las embarcaciones de servicio.

Impacto 6: Modificación de los procesos costeros (patrones de corrientes litorales, transporte de sedimentos, y procesos de erosión y depositación) en la zona costera aledaña al puerto.

Impacto 11: Modificación del paisaje por la ampliación del puerto.

Impacto 14: Afectación al libre tránsito de los usuarios de la zona federal marítimo terrestre por la construcción del terraplen de acceso en la playa y muelles.

V.4. Evaluación global de los impactos ambientales

Si bien se identificaron múltiples interacciones entre las componentes del SAR y tanto las componentes como algunas de las interacciones podrían ser susceptibles a ser impactadas por el proyecto, se 17 impactos ambientales que representan todos los tipos de impacto que podría tener el proyecto. De estos impactos, cuatro impactos fueron positivos y el resto negativos. Tres de los impactos positivos se consideraron altos mientras que solo uno de los negativos fue determinado como alto. Cabe señalar que para este impacto negativo se determinó una medida de prevención que puede evitar completamente la ocurrencia del impacto. En relación con la cobertura, todos los impactos negativos fueron considerados en la categoría de confinados o puntuales y solamente un impacto positivo alcanzó la categoría de extendido. De lo anterior se desprende que si bien se identificaron más impactos negativos, estos son en general de menor importancia y en ocasiones de menor cobertura que los positivos. En términos del SAR esto puede ser interpretado como que el proyecto generará impactos locales y de media a baja importancia mientras que generará impactos positivos de mayor envergadura y, al menos en un caso, de mucho mayor extensión. Esto último, en virtud de que la diferencia de cobertura entre la categoría de puntual y extendido es muy grande ya que la primera considera impactos con influencia en menos del 5% del atributo impactado mientras que la categoría de extendido considera más del 50%.

Un impacto negativo que fue tratado de manera especial es el impacto 6 (Modificación de los procesos costeros). Si bien se determinó que el proyecto tendrá un impacto de importancia media y cobertura puntual, se consideró importante analizarlo cuidadosamente debido a los procesos de deterioro al que actualmente está sometido este atributo. Es por ello que se realizaron estudios específicos sobre los procesos costeros en la zona y se determinó una medida de compensación que tuviera incidencia en el atributo impactado en el largo plazo.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de las medidas

En la Tabla LIV se presentan los impactos ambientales identificados y sus correspondientes medidas de mitigación

Tabla LIV. Impactos ambientales y sus correspondientes medidas de mitigación

No.	Descripción del Impacto	Medida de Mitigación y prevención
1	Modificación de la calidad del aire por la generación de partículas suspendidas debido a las actividades de acarreo de materiales y movimientos de maquinaria	Humedecer el terreno durante las actividades de preparación del sitio y construcción, así como cubrir con lonas los materiales durante su transporte para minimizar la generación de partículas suspendidas.
2	Modificación de la calidad del aire por emisión de gases debido a la combustión de diesel y gasolina, durante la operación de la maquinaria pesada y los vehículos utilizados para el movimiento de materiales, construcción de la obra y transporte de persona	Mantener en buenas condiciones de operación la maquinaria pesada y los motores de los vehículos.
3	Eliminación de la flora y fauna marinas por aplastamiento durante las obras o por dragado en canal de acceso y dársena de ciaboga, y modificación del hábitat bentónico submareal por la construcción del camino de acceso	Implementación de un programa de rescate de fauna bentónica.
4	Modificación de la batimetría por la construcción y operación del rompeolas, el espigón, la dársena de ciaboga, los rellenos de los muelles y el canal de navegación	No mitigable.
5	Modificación del campo de oleaje por la construcción y operación del rompeolas, el espigón y el canal de navegación	Implementación de un programa permanente de monitoreo del oleaje que arriba a la zona. Determinación de posibles cambios a las estructuras de protección.
6	Modificación de los procesos costeros (patrones de corrientes litorales, transporte de sedimentos, y procesos de erosión y depositación) en la zona costera aledaña al puerto	Implementación de un programa permanente de monitoreo de los procesos costeros en las celdas litorales I y II de la Bahía de Todos Santos. Creación de un fideicomiso para el manejo de la erosión costera de la Bahía de Todos Santos. Desarrollo de un programa de manejo de la erosión costera para la Bahía de Todos Santos.
7	Incremento de la turbidez de la columna de agua por la construcción del rompeolas, el espigón, la dársena de ciaboga, los rellenos de los muelles y el canal de navegación así como por los dragados de mantenimiento	No mitigable.
8	Eliminación del sitio de "surf" conocido como "Stacks" y modificación de las condiciones del oleaje en los sitios conocidos como el Pico y la Barra	Garantizar y mejorar los accesos a la playa al Norte del polígono que delimita al recinto portuario de El Sauzal.
9	Mejoramiento de la infraestructura portuaria por la construcción y operación del espigón, la dársena de ciaboga y los muelles, así como la ampliación del rompeolas y el canal de navegación.	No aplica.
10	Generación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Generación de empleos permanentes durante las etapas de operación y mantenimiento.	No aplica.
11	Modificación del paisaje por la ampliación del puerto.	Mejoramiento de la imagen urbana en los accesos y zona aledaña al puerto.

No.	Descripción del Impacto	Medida de Mitigación y prevención
12	Contaminación del suelo y subsuelo por tránsito de maquinaria pesada durante la construcción del terraplen de acceso.	Mantener la maquinaria y vehículos en óptimas condiciones mecánicas. Evitar la realización de trabajos de mantenimiento y cambios de aceite de la maquinaria en la playa. Construir un almacén temporal de residuos peligrosos que cumpla con las condiciones que establece la normatividad vigente.
13	Modificación del relieve por la construcción del terraplen de acceso en la playa, la estabilización de cantiles y la construcción de los muelles.	No mitigable.
14	Afectación al libre tránsito de los usuarios de la zona federal marítimo terrestre por la construcción del terraplen de acceso en la playa y muelles.	Mejorar los accesos a la Zona Federal Marítimo Terrestre en las inmediaciones del recinto portuario.
15	Mejoramiento de la estabilidad económica regional por la derrama económica asociada a la operación de la ampliación del puerto.	No aplica.
16	Aumento en los ingresos del sector público por la operación de la ampliación del puerto.	No aplica.
17	Afectación a la flora y fauna marina durante los dragados de mantenimiento en la dársena de ciaboga y el canal de navegación.	Implementación de un programa de monitoreo de la flora y fauna marina en la zona del proyecto.

VI.2 Impactos residuales

Posteriormente a la aplicación de las medidas de mitigación, se estima que persistirán algunos impactos, ya sea por que no son enteramente mitigables o porque no identificó una medida de prevención, mitigación o remediación adecuada. En virtud de lo anterior, se plantearon medidas de compensación ambiental encaminadas a balancear los efectos de estos impactos. Cabe hacer notar que la mayoría de estos impactos son de carácter puntual y de importancia baja o en todo caso media. Sin embargo se consideró prudente establecer las medidas de compensación señaladas. Los impactos considerados residuales son los siguientes:

Impacto 4: Modificación de la batimetría por la construcción y operación del rompeolas, el espigón, la dársena de ciaboga, los rellenos de los muelles y el canal de navegación.

Impacto 5: Modificación del campo de oleaje por la construcción y operación del rompeolas, el espigón y el canal de navegación.

Impacto 6: Modificación de los procesos costeros (patrones de corrientes litorales, transporte de sedimentos, y procesos de erosión y depositación) en la zona costera aledaña al puerto.

Impacto 11: Modificación del paisaje por la ampliación del puerto.

Impacto 13: Modificación del relieve por la construcción del terraplen de acceso en la playa, la estabilización de cantiles y la construcción de los muelles.

Como puede observarse, a excepción de los aspectos paisajísticos, todos los impactos residuales están relacionados con la geomorfología o los procesos costeros. Es por ello que la medida de compensación propuesta para el impacto seis está enfocada a la atención de la problemática de los procesos costeros. Esta medida consta de tres partes: a) Implementación de un programa permanente de monitoreo de los procesos costeros en las celdas litorales I y II de la Bahía de Todos Santos, b) Creación de un fideicomiso para el manejo de la erosión costera de la Bahía de Todos Santos y c) Desarrollar un programa de manejo de la erosión costera para la Bahía de Todos Santos. Las tres partes de la medida se relacionan pues la intención es que el fideicomiso se encargue entre otras cosas, de patrocinar el programa de monitoreo y los estudios requeridos y de ejecutar las acciones de mejoramiento que surgan del programa de manejo de la erosión.

De implementarse esta medida, se estima que se afectará positivamente a los atributos relacionados con los procesos costeros y podría incluso generarse un conjunto de acciones que no solo balancearían los impactos negativos sino que revertirían el proceso de deterioro de los atributos relacionados con los procesos costeros.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

Posterior a la realización de este proyecto, el SAR tendrá modificaciones discretas en su estructura o funcionamiento. Las dimensiones, características y ubicación del proyecto dentro del SAR corresponden a una fracción mínima, y por lo tanto su efecto también es limitado. El escenario descrito en el punto V.1.1, describe el pronóstico de los efectos que sufrirá el SAR posterior a la realización del proyecto y antes de la aplicación de las medidas de mitigación. El escenario del proyecto posteriormente a la aplicación de las medidas de mitigación contempla la disminución de los principales impactos negativos. Cabe señalar que en este escenario permanecen los efectos benéficos de los impactos positivos.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental se presenta en el Anexo IX

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Haciendo una evaluación integral del presente estudio, se puede concluir que este proyecto solo representa afectaciones al SAR en una zona confinada y en algunos casos puntual. Esta área de afectación es muy reducida en comparación con las dimensiones del SAR. Debido a lo anterior, puede decirse que el escenario ambiental no será modificado drásticamente. La realización de este proyecto tendrá impactos adversos en los componentes de aire, suelo, geomorfología y medio marino principalmente. Casi todos estos impactos presentan medidas de prevención, mitigación o remediación ambiental viables.

Los impactos positivos del proyecto representarán beneficios sociales y económicos considerables que justifican la realización del proyecto y compensan ampliamente los costos ambientales ya que los impactos positivos en su conjunto tienen una extensión y significancia mayor al conjunto de los impactos negativos. Por otra parte, la mayor parte de los impactos negativos serán mitigados o compensados.

Haciendo el balance final impacto-desarrollo, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones finales:

- a. Para la mayoría de los impactos adversos fue posible identificar y proponer medidas de prevención y/o mitigación adecuadas.
- b. Se determinaron medidas compensatorias para los impactos que no podrán ser mitigados.
- c. Los impactos positivos serán de significancia y extensión mayor al conjunto de los impactos negativos.
- d. Se considera el proyecto ambientalmente viable de acuerdo con la evaluación realizada.
- e. Se recomienda la realización de una evaluación anual del desempeño ambiental del proyecto, a fin de verificar
 - Que el proyecto se lleve a cabo de acuerdo a las especificaciones planteadas en el Capítulo II y Anexos correspondientes.
 - Que la preparación del sitio y construcción del proyecto se realicen aplicando las medidas de prevención y mitigación propuestas.
- f. Se recomienda realizar una supervisión ambiental de la obra durante la realización de la misma. Dicha supervisión deberá ser llevada a cabo por un especialista con experiencia acreditada en el manejo de recursos marinos.

- g. Se recomienda condicionar la autorización al estricto cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, remediación o compensación propuestas. Deberá hacerse énfasis en la ejecución del programa de manejo de erosión costera, la creación del fideicomiso y la ejecución de los programas de rescate de flora y fauna.
- h. Se recomienda autorizar la realización del proyecto en los términos específicos en los que se planteó a lo largo del capítulo II, si se condiciona la autorización a la realización las medidas de prevención y mitigación propuestas.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

IX.1 Formatos de presentación

IX.1.1 Planos definitivos

Los planos de conjunto de la infraestructura que pretende instalarse dentro del área de producción se encuentran en el Anexo III.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Abbot, P. & R. G. Gastil, 1979. Baja California Geology, Field Guides and Papers. Department of Geological Sciences, San Diego State University. 37 pp.
- Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V. [API]. 2008. Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2011. Programa Maestro de Desarrollo Portuario. 12 de septiembre de 2009. <http://www.puertoensenada.com.mx/pmdp.htm>
- Aguilar-Hernández, Yoal Antonio. 2008. Desarrollo de un Índice de Desempeño Ambiental de la Planificación Regional. El caso del corredor costero Tijuana-Rosarito-Ensenada, Baja California, México. Febrero 2008. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 74 p.
- Aguilar Rosas, L.E. 1980. Algas bentonitas de la Bahía Todos Santos, Baja California. Ensenada, Baja California, México. Tesis Licenciatura UABC-ESCM. Ensenada, B.C. 83 pp.
- Aguilar Rosas, L.E., E. Baltazar Valenzuela, E., I. Pacheco Ruiz. 1985. Las algas bentónicas de la rada portuaria de Ensenada, Baja California. Ciencias Marinas. 11(3): 121-126.
- Aguilar Rosas, L.E. y Hans Bertsch. 1983. Algas verdes (Chlorophyta) de la Bahía Todos Santos, Baja California, México. 9 (1):111-124.
- Aguilar Rosas, R. 1982. Identificación y distribución de las algas marinas del Estero de Punta Banda, Baja California, México. Ciencias Marinas. 8(1):1-10.
- Aguilar Rosas, L.E., I. Pacheco Ruiz. 1986. Variaciones estacionales de las algas verdes (Chlorophyta) de la costa noroccidental de la Península de Baja California. Ciencias Marinas. 12 (1): 73-78.
- Aguilar Rosas, L.E., R. Aguilar Rosas, I. Pacheco Ruiz, E. Bórquez Garcés, M. A. Aguilar Rosas, E. Urbieto González. 1982. Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas. 8(1): 49-63.
- Aguilera-Herrera, N. 1989. Tratado de edafología de México. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 222 p. México.
- Allen, C.R.; L.T. Silver y F.G. Stehli. 1960. Agua Blanca fault – a major transverse structure of northern Baja California, Mexico. Geol. Soc. Amer. Bull. 71: 457-482.
- Allison, E.C. 1995. Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico. J. Paleontol. 20: 400-432.
- Alonso Alemán, M.N. 1988. Crustáceos, Anomuros y Talassinoideos de Bahía Todos Santos, Baja California, México. Sistemática, distribución y ecología (Crustácea, decapada). Ensenada, Baja California, México. UABC-FCM. 216pp.
- Altamirano-Gómez, Z. 2009. Cambios de la línea de costa en la playa de San Miguel, B. C., mediante fotografía aérea, en el periodo 1973 - 2003. Trabajo terminal, Especialidad en Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, B.C., México.
- Álvarez Sánchez, L. G., R. Hernández y R. Durazo. 1988. Patrones de deriva de trazadores lagrangeanos en la Bahía de Todos Santos. Ciencias Marinas, 14(4):135-162.
- Appendini-Albrechtsen, C.M. 1998. Plan de manejo de la erosión costera para Playas de Rosarito, Baja California, México. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Marinas, UABC. Ensenada, B.C., México.

- Aranda-Manteca, F. J. 1983. Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C. México. 78 pp.
- Arellano Zepeda, S. 1985. Origen y asociación mineralógica de los sedimentos que constituyen la playa entre el arroyo El Gallo y Playa Corona, Ensenada, B. C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 88 pp.
- Argote-Espinoza, M. L., F. J. Gavidia-Medina & A. Amador-Buenrostro. 1991. Wind Induced Circulation in Todos Santos Bay, B. C., México. *Atmósfera*, 4: 101-115.
- Armijo, R. y F. Suárez. 1981. Neotectonics of northern Baja California. *Geol. Soc. Amer. Abs. with Programs*. 13(2): 42.
- Axen, G. y H. Romero. 1994. Cambios de dirección en el buzamiento de los sistemas de fallamiento basal de la parte Norte del Escarpe Principal del Golfo de California. *GEOS* 14(5): 74.
- Baca-Chacon, C. 1981. Procedencia de minerales pesados en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 50 pp.
- Beltrán Felix, J.L. M. Gregory Hammann, A. Chagoya Guzmán y S. Álvarez Borrego. 1986. Ictiofauna del Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, México, antes de una operación de dragado. *Ciencias Marinas*. 12(1):79-92.
- Bermúdez Zavala, R.D. 1999. Diseño de un rompeolas separado de la costa como alternativa de protección en la zona de El Sauzal de Rodríguez, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-UABC. 61 pp. Ensenada, B.C. México.
- Bertrand, G. 1968. Paysage et Géographie Physique Globale. Esquisse méthodologique. En *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39(3): 249-272.
- Booij, N., Ris, R. y Holthuijsen, H., 1999. "A third-generation wave model for coastal regions. 1. Model description and validation". *J. Geophys. Res.*, 104(C4), 7649-7666
- Bonfil Sanders, R. 1983. Los crustáceos braquiuros de Bahía Todos Santos, Baja California, México. Sistemática y distribución y Notas Ecológicas. Tesis de licenciatura. UABC. 227 pp.
- Campos E. y G. Villareal. 2008. Isópodos litorales y de agua someras de la bahía de Todos los Santos, Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:347-354.
- Castillón-Álvarez. R. 1988. Transporte de sedimentos y su efecto sobre el perfil de playa en Bahía Todos Santos B.C., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 57 pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín, L. Medrano G. y G. Oliva. 2005. Parte 1. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. Pp. 21-66. En: Ceballos, G. y G. Oliva (Coordinadores). *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. México.
- Chagoya, L.P. 1986. Efecto de las aguas negras sobre los suelos de cultivo del Ejido Chapultepec, B.C. Tesis de Licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 88 pp.
- Chenaut, V. 1985. Los pescadores de Baja California (costa del Pacífico y Mar de Cortés). Secretaría de Educación Pública (Ed.). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Cuadernos de la Casa Chata N° 111. 180 pp. México, D.F.
- Coastal Engineering Research Center (CERC). 1984. Shore Protection Manual. Vol. 1 y 2. Department of the Army. Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. E.U.A.

- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada [CESPE]. 2009. Tratamiento de Aguas. (www.cespe.gob.mx).
- Comisión Nacional del Agua [CNA]. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero de Ensenada, Estado de Baja California. Gerencia de aguas subterráneas. Subdirección general de Servicios Técnicos. México, D.F. 13 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2009a. Áreas de importancia para la Conservación de Aves. CONABIO. Conocimiento. Regionalización. AICAS. 23 de septiembre de 2009. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2009b. Regiones marinas prioritarias. CONABIO. Conocimiento. Regionalización. 23 de septiembre de 2009. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>
- Cruz-Castillo, M. 2002. Catálogo de las fallas regionales activas en el Norte de Baja California, México. Instituto Mexicano del Petróleo. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C. Abril, 2002. pp. 37-42.
- Cruz-Castillo, M y L.A. Delgado-Argote. 2000. Los deslizamientos de la carretera de cuota Tijuana-Ensenada, B.C. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C.
- Cruz-Colin, María Ester. 1994. Balance Sedimentario de la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C., México.
- Cruz-Colín M.E. y L.A. Cupul-Magaña. 1997. Erosión y aporte sedimentario de los cantiles marinos de la Bahía de Todos Santos, B.C. en el periodo de 1970 a 1991. Ciencias Marinas. 23(3): 303-315.
- Cruz-Falcón, A. 1991. Estimación de la profundidad al basamento en la Bahía de Todos Santos, B.C. y zona costera. Ciencias Marinas. 17(1): 139-149. Ensenada, B.C. México.
- De León Girón, G. 2004. Base de datos curatoriales de especímenes de aves del noroeste de Baja California, México, depositados en la Universidad Autónoma de Baja California. Tesis Licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 127 pp.
- Delgadillo, R. J. 1998. Florística y Ecología del Norte de Baja California. 2ª ed. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. México. 407 pp.
- Díaz de Terán, J.R. 1988. Tipos y metodologías de cartografías geoambientales o geocientíficas. En AA.VV. Geología Ambiental. Madrid. ITGE. pp. 239-257.
- Dirección General de Ecología del Estado de Baja California. 2005. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. Secretaría de Protección al Ambiente del Estado. Ordenamiento Ecológico. 16 de septiembre de 2009. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/>
- Dooren-Ossio, K. V. 1991. Cuantificación del volumen de sedimento depositado frente al rompeolas (lado no protegido) del Puerto de Ensenada, B. C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 63 pp.
- Doyle, I.J. y D.S. Gorsline. 1977. Marine geology of Baja California Continental Borderline, México. Amer. Assoc. Petr. Geol. 61: 903-917.
- Durazo-Arvizu, R y L. G. Alvarez-Sánchez. 1988. Cinemática de la región sur de la Bahía de Todos, B. C. Ciencias Marinas, 14(1): 95-114.
- Escalada-Fleites, R.R. y E. Millán Núñez. 1990. Impacto de las aguas residuales industriales y domésticas sobre las comunidades bentónicas de la Bahía de Todos Santos, Baja California. México. Ciencias 16(4):121-139.

- Espejel I. y Escofet, A. 1990. La belleza de lo pequeño. *Conciencia*. 1(5): 29-32.
- FAO-UNESCO. 1988. Soil map of the world. Revised Legend. World Soil Resources Report 60. 119 pp. Roma.
- Freedman, J. R. 1984. Uncontrolled fire and chaparral residence in the Sierra Juárez, B. C. México, Tesis of Master degree. University of California Riverside 34 pp.
- Frez C.J. y V.M. Frías-Camacho. 1998. Mapas anuales de sismicidad para la región fronteriza de ambas californias. *GEOS* 18(2): 112-130.
- Frez, J. Y J.J. González. 1991. Crustal structure and seismotectonics of northern Baja California. En: J.P. Dauphin and B.R.T. Simoneit (Ed.). *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*, Amer. Assoc. Petr. Geol. Memoir 47: 261-283.
- García, Enriqueta. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 5 ed. 90 pag.
- Gastil, R. G., R. P. Philips, & E. C. Allison. 1975. Reconnaissance geology of the State of Baja California. *The Geological Society of America Memoir* 140. Colorado, EUA. 170 pp.
- Gerardo Avendaño, A. 1993. Composición sistemática y ecológica de la ornitofauna de hábitat riparios del noroeste de Baja California, México. Tesis de licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 74 pp.
- Giffard Mena, I. 1997. Variación del fitoplancton con relación a las aguas residuales en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis de licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 53 pp.
- Gobierno del Estado de Baja California. 2001. Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada. Periódico Oficial del Estado de Baja California, 16 de Noviembre de 2001.
- Gobierno del Estado de Baja California. 2004. Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Baja California. Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado [SIDUE]. Periódico Oficial del Estado de Baja California, 08 de octubre de 2004.
- Gobierno del Estado de Baja California. 2008. Plan Estatal de Desarrollo 2008-2013. Portal ciudadano de Baja California, México. Gobierno. Planes y programas. 12 de septiembre de 2009. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/ped/ped.htm>
- Gobierno del Estado de Baja California. 2008b. Programa para Sustener e Impulsar el Crecimiento Económico del Estado de Baja California. www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/biblioteca.jsp
- González-Calvillo, A. y L. Cupul Magaña. 1986. Causas de erosión de playas de Tijuana, B.C. durante el periodo de 1975-1985. *Revista de Ciencias Marinas* 12(3): 82-94 pp.
- González Bernáldez, F. 1981. *Ecología y paisaje*. Madrid. H. Blume. 251 pp.
- González-Ramírez, J. E. 1985. Transporte litoral en la barra del estero de Punta Banda, B. C. para el mes de abril de 1985. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 32 pp.
- González-Serrano, A. 1977. Anomalías gravimétricas de la Bahía de Todos Santos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas-UABC. 52 pp. Ensenada, B.C. México.
- Grismer, L. Lee. 1995. *Amphibians and Reptiles of Baja California, including its pacific island and the island in the Sea of Cortez*. University of California Press. Berkeley. Los Angeles. U.S.A. 399 pp.

- Guzón Zatarain, O.R. 2002. Distribución y movimientos del tursiops, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 155 pp.
- Hamman, G. y J.A. Rosales Casian. 1989. Taxonomía y estructura de la comunidades de peces del Estero de punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Cap. 6: 153-192. En: Rosa Velez J. de la y F. González-Farias (eds), Temas de Oceanografía Biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 337 pp.
- Heckel Dziendzielewski, G.2001.Influencia del ecoturismo en el comportamiento de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la Bahía de Todos Santos, Baja California, y aguas adyacentes: propuesta de un plan de manejo. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, 109 pp.
- Hernández, I.A, G.Hamman, J.A.Rosales Casián. 1987. Zooplancton suprabentónico de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México, durante otoño 1986 e invierno 1987. Ciencias Marinas. 13(4): 53-68.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2006. Sistema de Extractor Rápido de Información Climatológica. Información contenida en la base de datos CLICOM, el banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA).
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada, B.C. [IMIP]. 2009. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada 2030. Periódico Oficial del Estado de Baja California, 13 de marzo de 2009.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Instituto Nacional de Ecología-Comisión Nacional del Agua [INEGI-INE-CONAGUA]. 2007. Mapa de las Cuencas Hidrográficas de México escala 1: 250 000. Cartografía en formato digital. México. Portal de Internet. www.ine.gov.mx
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI].1988. Carta de aguas subterráneas, escala 1:250 000, Ensenada H11-2.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. 1995. Estudio hidrológico del Estado de Baja California. Gobierno del Estado de Baja California. México. 179 pp.
- Jaime Padilla, I. 1985. Mamíferos pequeños (*Sciuridae* y *Geomysidae*) asociados a los cultivos del valle de Maneadero, Ensenada, Baja California. Tesis Licenciatura. UABC-FCM. Ensenada, B.C. 28 pp.
- Jiménez-Pérez, M. 1988. Determinación del transporte litoral por medio de trazadores fluorescentes en la parte exterior de la barra del Estero de Punta Banda. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 47 pp.
- Jiménez Pérez, L.C., Molina Peralta, F. y E. Núñez Fernández. 1992. Efectos de las aguas residuales sobre la macrofauna bentónica de playas arenosas en la Bahía de Todos Santos. Ciencias Marinas, 18 (1): 35-54.
- Kennedy, M.P.; S.H. Clarke; H.G. Green y P.F. Lonsdale. 1985. Observations from DSRV Alvin of Quaternary faulting in the Southern California continental Margin. U.S. Geol. Surv., open file report No OF85-0039. 26 pp.
- Kirby, J. T., and Dalrymple, R. A. 1992. Combined Refraction/Diffraction Model REF/DIF 1, Version 2.4.; Documentation and User's Manual, Research Report CACR-92-04, Center for Applied Coastal Research, University of Delaware.

- Krause, D.C. 1965. Tectonics, bathymetry, and geomagnetism of the southern continental borderland west of Baja California, Mexico. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 76: 617-650.
- Lamb, N.T. 1978. Geology. En Herman T. Kupper (Ed): *Natural History of the Coronado Islands, Baja California, México.* San Diego Assoc. Geol. p. 12-45.
- Legg, M.R. 1985. Geologic structure and tectonics of the inner continental borderland offshore northern Baja California, México. PhD dissertation, University of California Santa Barbara. 410 p.
- Legg, M.R. 1991. Sea beam evidence of recent tectonics activity in the California Continental Borderland. En J.P. Dauphin and B.R.T. Simoneit (Ed), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias.* Amer. Assoc. Petr. Geol., *Memoir* 47: 179-196.
- Legg, M.R. y J.C. Borrero. 2001. Tsunami potential of major restraining bends along submarine strike-slip faults. En *Proceedings of the International Tsunami Symposium 2001.* NOAA/PMEL. Seattle, WA, EE UU. p. 331-342.
- Legg, M.R., y M.P. Kennedy. 1979. Faulting offshore San Diego and northern Baja California. En Abbott, P.L., and W.J. Elliott (Ed), *Earthquakes and other perils, San Diego region.* San Diego Assoc. Geol. p. 29-46.
- Legg, M.R.; Wong, O.V.; y Suarez, V.F. 1991. Geologic Structure and Tectonics of the Inner Continental Borderland of Northern Baja California: En J. Paul Dauphin and Bernd R.T. Simoneit (Ed), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias.* Amer. Assoc. Petr. Geol., *Memoir* 47: 145-177.
- Lesage, Ph. y J. Frez. 1990. Estudio comparativo de las fuentes de los temblores de Victoria, junio 9, 1980, del Valle Imperial, octubre 15, 1979 y de El Golfo, agosto 7, 1966. *Geofísica Internacional* 29(3): 149-169.
- Lizárraga-Arciniega, R. 1976. Variaciones estacionales de la playa en la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Revista de Ciencias Marinas* 3(1): 30-50 pp.
- Lizárraga-Arciniega, R., A. Chee-Barragán, E. Gil-Silva, T. Mendoza-Ponce, y A. Martínez-Díaz-de-León. 2003. Effect of El Niño on the subaerial beach Playas de Rosarito, BC, México. *Geofis. Int.*, 42(3): 419-428 pp.
- Martínez-Díaz-de-León A. y P. Coria-Méndez. 1993. Distribución de probabilidad de la altura del oleaje dentro de la Bahía de Todos Santos B.C., *Ciencias Marinas*, 19(2):203-218.
- Martínez-Díaz-de-León A., C. Nava-Button y F.J. Ocampo-Torres. 1989. Estadística del Oleaje en la Bahía de Todos Santos, B.C., de septiembre de 1986 a agosto de 1987. *Ciencias Marinas*, 15(3):1-20.
- Martínez-Rocha, I. A. 1991. Estudio de Vocación de Uso de Suelo de una Región de Bahía de Todos Santos, Municipio de Ensenada, B.C. Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 46 pp.
- Márquez, L. J. 1984. Estudio Geológico de reconocimiento del vaso regulador del proyecto aguas negras Ensenada Secretaría de Agricultura y recursos hidráulicos, Ensenada, B. C.
- Martínez-Guerrero, S. A. 2006. Identificación de áreas viables para usuarios del mar en función de la calidad de agua costera adyacente en el corredor Tijuana – Ensenada B.C. durante el invierno 2003. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California.
- Mateos, E., Marinone, S., & Parés-Sierra, A. 2009. Towards the numerical simulation of the summer circulation in Todos Santos Bay, Ensenada, B.C. Mexico. *Ocean Modelling*, 27(1-2), 107-112. doi: 10.1016/j.ocemod.2008.11.002

- Mejía-Trejo, A. y F. Marván. 2009. Analisis de corrientes e identificación de zonas a dragar para el puerto del sauzal. Reporte Técnico, IIO, UABC.
- Mellink, E. 2002. El límite sur de la región mediterránea de Baja California, con base en sus tetrápodos endémicos. *Acta Zool. Mex.* (n.s.). 85: 11-23.
- Méndez-Arriaga, M. A. 1982. Determinación del transporte litoral predominante en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. México. 30 pp.
- Miller A. J.; J.C. McWilliams, N.Schneider; J.S. Allen; J.A. Barth; R.C. Beardsley; F.P. Chavez, T.K. Chereskin; C.A.Edwards; R.L. Haney; K.A. Kelly; J.C. Kindle; L.N. Ly; J.R. Moisan, M.A. Noble; P.P. Niiler; L.Y. Oey; F.B. Schwing; R.K. Shearman and Swenson, M.S. 1999. Observing and modeling the California Current System. *EOS, Transactions, American Geophysical Union.* 80:533-539.
- Minch, J.A. 1970. The Miocene of northwestern Baja California, México: in Pacific slope geology of northern Baja California and adjacent Alta California. *Pacific Sections. Amer. Assoc. Petr. Geol. SEPM and SEG GuideBook.* p. 100-102.
- Moore, D. 1969. Reflection profiling studies of the California Continental Borderland: structure and Quaternary turbidite basins, *Geol. Soc. Amer. Special report 107.* 142 pp.
- Moreno Sanz, F. y J. García-Abad Alonso. 1996. Cartografía de la calidad visual del paisaje: Reflexiones teóricas y ejemplo de aplicación. *Serie Geográfica 6:* 115-129.
- Mueller, K. y T. Rockwell T. 1991. Late quaternary structural evolution of the western margin of the sierra Cucapa, Northern Baja California. En: J.P. Dauphin y B.R.T. Simoneit (Ed.). *The Gulf and Peninsular Province of the Californias, Amer. Assoc. Petr. Geol. Memoir 47:* 249-260.
- Mulroy, T.W., P.W. Rundel & P.A. Bowler. 1979. The vascular flora of Punta Banda, Baja California Norte, Mexico. *Madrño 26:*69-90.
- Muñoz Jiménez, J. 1979. El lugar de la Geografía Física. Oviedo. Departamento de Geografía. Universidad de Oviedo. 44 pp.
- National Geographic. 2002. *Field Guide to the Birds of North America.* 4 ed. Washington, D.C. 480 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de octubre de 2000.
- Olson Ocampo, Rodrigo. A. 1982. Los camarones litorales de Bahía Todos Santos, Baja California, México: Sistemática, Distribución y Ecología (Crustácea: Decapoda: Natantia). *Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, Baja California.* 146 pp.
- Orozco-Borbón, M.V., Rico-Mora, R., Weisberg, S.B., Noble, R.T., Dorsey, J.H., Leecaster, M/K. y C.D. McGee. 2006. Bacteriological water quality along the Tijuana–Ensenada, Baja California, México shoreline. *Marine Pollution Bulletin 52 (2006)* 1190–1196.
- Ortega, A. 1988. Neotectónica de un sector de la falla de Agua Blanca, Valle de Agua Blanca (Rancho La Cocina-Rancho Agua Blanca) Baja California, México. Tesis de Maestría en Ciencias. CICESE. 146 pp. Ensenada, B.C. México.
- Ortega Rivera, A.E.; J.A. Ferrar; D.A. Hames; R.G. Archibald; D.L. Gastil; M. Kimbrough; M. Zentilli; G. López-Martínez; G. Féraud & Buffet. 1997. Chronological constraints on the thermal and tilting history of the San Pedro Martir pluton, Baja California Mexico, from U/Pb, 40 Ar/39 Ar, and fission-track geochronology. *Geol. Soc. America Bull.* 109(6): 728-745.

- Ortiz Villanueva, B y C.A. Ortíz Solorio. 1987. Edafología. 6ª ed. Universidad Autónoma de Chapingo. 371 pp. Chapingo, México.
- Pacheco-Ruiz, I., Zertuche-González, J.A. R. Aguilar Rosas. 1993. Ecología Reproductiva de *Gracilaria pacifica* Abbott (Gracilariales: Rhodophyta) en el Estero de Punta Banda, México. *Ciencias Marinas*. 19(4): 491-501.
- Pacheco Ruiz, I. y L.E. Aguilar Rosas. 1982. Equinodermos de aguas profundas de la Bahía Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*. 8(2):35-47.
- Pamplona Salazar, M.H. 1977. Estructura de una comunidad de invertebrados en una playa arenosa de la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California*. 46 pp.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo, I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51 (2): 255-277.
- Pérez-Flores, M.A., F. Suárez-Vidal, L.A. Gallardo-Delgado, A. González-Fernández, R. Vásquez. 2004. Patrón estructural de la Planicie Costera de Todos Santos, con base en datos geofísicos. *Ciencias Marinas*. 30(2): 349-364.
- Pérez Higuera, R. y A. Chee Barragán. 1984. Transporte de sedimentos en la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Revista de Ciencias Marinas* 10(3): 31–52 p.
- Peynador, C., F. Méndez, W. Ferrer, R. Silvestre y J. Reyes de la Gala. 2008. Programa de Manejo de la Erosión Costera en la Celda Litoral III de la Bahía de Todos Santos, Baja California. Versión preliminar (tercera edición). Lorax Consultores, S.A. de C.V.; Mare Britannicum Schiffahrtsgesellschaft mbH & Co. KG. 165 pp. y un anexo.
- Pijoan-Velasco, Paula Mónica. 2008. Importancia del Surf en la Ciudad de Ensenada, Baja California. Tesis de Maestría en Ciencias de Manejo de Ecosistemas en Zonas Áridas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. México. 122 p.
- Poder Ejecutivo del Estado de Baja California. 1999. Programa parcial de desarrollo urbano de la zona del corredor industrial El Sauzal. Periódico Oficial del Estado de Baja California del 21 de Mayo de 1999, No. 22. 156 pp.
- Poder Ejecutivo del Estado de Baja California. 2009. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada, B. C. Periódico Oficial del Estado de Baja California del 13 de Marzo de 2009, No. 13. 134 pp.
- Presidencia de la República. 2007a. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Versión impresa en los Talleres de Impresión de Estampillas y Valores [TIEV] de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP]. Ciudad de México, D.F. 321 pp.
- Presidencia de la República. 2007b. Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Sistema Internet de la Presidencia. Programa Nacional de Infraestructura. 12 de Septiembre de 2009. <http://www.infraestructura.gob.mx>
- Ramírez González, A. A. 1990. Distribución y abundancia de *Paralichthys californicus* y análisis de la ictiofauna de acompañamiento de la Bahía de Todos Santos, B. C., México. Tesis de Licenciatura. UABC-FC. Ensenada, B.C. México. 70 pp.
- Rebollar, C.; A. Reyes y M. Reichle. 1982. Estudio del enjambre de San Quintín, Baja California, México, ocurrido durante 1975. *Geofísica Internacional* 21(4): 331-358.
- Reyes, A.; J. Brune y T. Barker. 1975. A microearthquake survey of the fault zone, Baja California, Mexico. *Geophysical Research Letters*. 2(2): 56-59.

- Roberts, N. C. 1989. Baja California Plant Field Guide. Natural History Publishing Co. La Jolla, California. 309 pp.
- Rockwell, K.T.; E.M. Hatch y L.D. Shug. 1987. Late Quaternary rates Agua Blanca and borderland faults: Final Technical Report USGS. Contract No. 14-08-0001-22012. 122 pp.
- Rockwell, K.T.; D. Muhs; G. Kennedy; M. Hatch; S. Wilson y R. Klinger. 1989. Uranium-series ages, faunal correlations and tectonic deformation of marine terraces within the Agua Blanca fault zone at Punta Banda, northern Baja California, México. En: Patrick Abbott (Ed.). Geologic Studies in Baja California. The Pacific Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. pp. 1-16. Los Angeles, California, EE UU.
- Rodríguez-Villanueva, V. 1997. Estudio de la comunidad de anélidos poliquetos de la Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, (México). Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, Baja California. 140 pp.
- Rodríguez-Villanueva, V. 2005. Estructura de las comunidades de invertebrado macrobentónicos y su relación con variables fisicoquímicos del sedimento en la zona costera de Tijuana-Ensenada, Baja California, México. UABC. FCM-IIO. 264pp.
- Ruiz-Campos, G., E. Palacios., J.A. Castillo-Guerrero., S. González-Guzmán y E.H. Batche-González. 2005. Composición espacial y temporal de la avifauna de humedales pequeños costeros y hábitat adyacentes en el noroeste de Baja California, México. Ciencias Marinas. 31(3):553-576.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- SCEDC (Southern California Earthquake Data Center). 2009. Catálogos SCSN. 6 de diciembre de 2009. <http://www.scecdc.scec.org/ftp/catalogs/SCSN/>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 1998. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCT4-1995. Condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro. Diario Oficial de la Federación del 15 de diciembre de 1998. Ciudad de México, D.F.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2001. Ley de Puertos. Actualización a la Ley de Puertos (19 de julio de 1993) publicada en el Diario Oficial de la Federación del 25 de enero de 2001. Ciudad de México, D.F.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT4-2003. Terminología marítima-portuaria. Diario Oficial de la Federación del 09 de febrero de 2003. Ciudad de México, D.F.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2004. Programa de Gran Visión de Desarrollo Litoral (PRODELI). Versión final no publicada. 424 pp.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2008. Programa Sectorial de Comunicaciones y transportes 2007-2012. Versión impresa con información adicional a la publicada en el Diario Oficial de la Federación. 217 pp.
- Secretaría de la Función Pública [SFP]. 2007. Ley General de Bienes Nacionales. Reforma a la Ley General de Bienes Nacionales (20 de mayo de 2004), publicada en el Diario Oficial de la Federación del 31 de agosto de 2007. Ciudad de México, D.F.
- Secretaría de Marina [SEMAR]. 1974. Estudio geográfico de la región de Ensenada B.C. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. 462 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Versión de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente (28 de enero de 1988) que incorpora las modificaciones y la adición publicadas en el Diario Oficial de la Federación del 07 de enero de 2000 y del 12 de febrero de 2007, respectivamente. Ciudad de México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Diario Oficial de la Federación del 22 de octubre de 1993. Ciudad de México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación del 13 de enero de 1995. Ciudad de México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2000. Ciudad de México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación del 06 de marzo de 2002. Ciudad de México, D.F.

Secretaría de Programación y Presupuesto [SPP]. 1982. Carta edafológica 1:250,000. Ensenada H11-2. Aguascalientes, Ags. México.

Shepard, F.P. y K.O. Emery. 1941. Submarine topography of the California coast. Geol. Soc. Amer. Special Paper 31.

Shor, Jr. G.G. y E. Roberts. 1958. San Miguel, Baja California Norte earthquakes of February 1956. Seismological Soc. of Amer. Bull. 48: 101-116.

Smith, D.L. y W.R. Normark. 1976. Deformation and patterns of sedimentation south of San Clemente Basin, California Borderland. Marine Geology 22: 175-188.

Soares López, J.J. 2003. Aplicación de la microzonación sísmica a la seguridad de estructuras críticas en la ciudad de Ensenada. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, B.C. 92 pp.

Suárez, F. 1995. Paleosismicidad y Evolución de la Falla San Miguel. Resumen. Compendio de actividades 1994. CICESE. Ensenada, B.C. México.

Suárez, F. 1999. Sismos de $M > 6$ en el Valle de Mexicali-Imperial, generación y distribución de estructuras asociadas a licuefacción. GEOS 19(1): 15-23.

Suárez-Vidal, F.; R. Armijo; J. Morgan; P. Bodin y G. Gastil. 1991. Framework of recent and active Faulting in Northern Baja California. Amer. Assoc. Petr. Geol. Memoir 47. The Gulf and Peninsular Province of the California Paul Dolphin and B. Simoneit (Ed). 1991. pp. 285-300.

Sunamura, T. y K. Horikawa. 1971. Predominant direction of littoral transport along Kujyukury Beach, Japan. Coastal Engineering in Japan 14: 107-117 pp.

Thatcher W. y T.C. Hanks. 1973. Source parameters of Southern California earthquakes. J.Geophys. Res. 78: 8547-8576.

Tchalenko, J.S. 1970. Similarities between shear zone of different magnitudes. Geol. Soc. Amer. Bull.. 81: 1625-1640.

- Torres-Navarrete, C. 1991. Transporte litoral en una zona de la Bahía de Todos Santos, B. C., México, durante abril, agosto y octubre de 1985. *Revista de Ciencias Marinas* 17(3): 59–71 pp.
- Torres-Navarrete, C. y A. Martínez-Díaz de León. 1991. Longshore sand transport southeast of Bahía de Todos Santos, B. C., México. *Journal of Waterway, Port Coastal and Ocean Engineering* 119(5): 580-586 pp.
- United States GLOBEC Ocean Ecosystems Dynamics. [U.S. GLOBEC]. 1994. A Science Plan for the California Current. U.S. GLOBEC Report No. 11. Disponible en: <http://globec.oce.orst.edu/groups/nep/reports/ebcip/ebcip.contents.html>.
- Ulloa, T.M.J. 1989. Refracción lineal del oleaje en el puerto de Ensenada, B.C. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. Ensenada, B.C., México.
- Vieira-Arouca, R. 2004. Determinación de los cambios en las playas municipales de Ensenada y su situación actual. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 106 pp.
- Wilcox, R.E.; T.P. Harding y D.R. Seely. 1973. Basic wrench tectonics. *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 57: 74-96.
- Wong Ortega, V.M. 1980. Implicaciones tectónicas de la falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C. 79 pp.
- Wong, V.; M. Legg y F. Suárez. 1987. Sismicidad y tectónica de la margen continental del Sur de California (USA) y Baja California Norte (México). *Geofísica Internacional*. 26(3): 459-478.
- XIX Ayuntamiento Constitucional de Ensenada. 2008. Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010. Versión en CD. Ensenada, Baja California. México. 132 pp.