I. Unidad Administrativa que clasifica: Oficina de Representación de SEMARNAT en el estado de Sonora.

II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A).

III. Partes o secciones clasificadas: La parte de DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1)Domicilio particular; 2) Teléfono y correo electrónico de particulares.; 3)Credencial de Elector (OCR, domicilio, fotografía); 4) RFC de personas físicas; 5)CURP; y 6) Inversión Requerida. Consta de 06 versiones públicas cantidad reportada por el período del 3er. trimestre del 01 de julio del 2022 al 30 de septiembre del 2022.

IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial:

C. ING. TEODORO RAÚL PAZ PADILLA

Con fundamento en lo dispuesto por lo dispuesto por los artículos 5 fracción XVI; 82, 33, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Sonora, previa designación, firma el C. Teodoro Raul Paz Padilla, Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial.

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VI. Fecha número e hipervínculo al acta de la sesión de comité donde se aprobó la versión pública: ACTA_21_2022_SIPOT_3T_2022_FXXVII, en la sesión celebrada el 14 de octubre del 2022.

Finalmente se informa que el hipervínculo para consultar el ACTA_21_2022_SIPOT_3T_2022_ART69 es el siguiente:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2022/SIPOT/ACTA_21_2022_SIPOT_3T_2022_ART69.pdf

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

OBRA DE PROTECCION CONTRA LA EROSION COSTERA, FRENTE A LA BARRA DEL ESTERO LA CRUZ, BAHIA DE KINO, SONORA.”

QUE SE PRESENTA A CONSIDERACION DE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES(SEMARNAT).

Hermosillo, Sonora, Junio del 2021.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS 6

LISTA DE TABLAS 11

LISTA DE ANEXOS 13

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 14

I.1. PROYECTO 14
I.1.1. Nombre del proyecto *14*
I.1.2. Ubicación del proyecto *14*
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto *18*
I.1.4. Duración total del proyecto *18*
I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto. *18*
I.1.6. Presentación de la documentación legal. *24*
1.2. PROMOVENTE 24
I.2.1. Nombre o razón social *24*
I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC) *24*
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal *25*
I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal *25*
I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 25
I.3.1. Nombre o razón social. *25*
I.3.2. RFC. Del responsable del estudio de impacto ambiental *25*
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio: *25*
I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio: *25*
I.3.5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio: *25*
I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio: *25*
I.3.7. Dirección del responsable del estudio. *25*

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 26

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 26
II.1.1 Naturaleza del proyecto *26*
II.1.2 Selección del Sitio. *35*
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización *35*
II.1.4 Inversión Requerida *36*
II.1.5 Dimensiones del Proyecto *36*
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias *36*
II.1.7 Urbanización del Area y Descripción de Servicios Requeridos *37*
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 37
II.2.1 Programa General de Trabajo *37*
II.2.2 Preparación del Sitio. *37*
II.2.4 Etapa de Construcción *38*
II.2.7 Etapa de abandono del sitio. *40*
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera *40*
II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos *41*

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 42

III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL 42
III.1.1. Contexto del Estudio. 42
III. 2. ORDENAMIENTOS DEL TERRITORIO. 43
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 46
III.2.2. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 48
III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. 50
III.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa del Estado de Sonora. 60
III.3. PLANES DE DESARROLLO 63
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 63
III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 64
III.3.3. Plan de Desarrollo del Municipio de Hermosillo 2018-2021 64
III.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS 65
III.4.1. Áreas Naturales Protegidas 65
III.4.2. REGIONES Y ÁREAS PRIORITARIAS 66
III.4.2.1. Areas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) 67
III.4.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 70
III.4.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP). 73
III.4.3. Sitios RAMSAR 75
III.5. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS 79
III.5.1. Leyes y Reglamentos 79
III.5.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos mexicanos 79
III.5.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), ... 80
II.5.1.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS), ... 81
III.5.1.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN). 81
III.5.1.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 82
III. 5.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGIR) 83
III.5.1.7. Reglamento de la LGPGIR. 84
III.5.1.8. Ley de Vias Generales de Comunicación. 84
III.5.1.9. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar. 85
III.5.1.10. Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias 86
III.5.1.11. Código Penal Federal 88
III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 89
III.6.1. Control de la Contaminación Atmosférica: 89
III.6.2. Control de Emisiones de Ruido: 90
III.6.3. Protección de flora y fauna: 91
III.6.4. Conservación del agua y la seguridad para su utilización: 91
III.6.5. Residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos 91

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 92

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 92

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 96
IV.2 .1 Caracterización Ambiental. 96
IV.2.2. Aspectos Abióticos 97
IV.2.2.1. Hidrología Superficial. 97
IV.2.2.2 Clima. 100
IV.2.2.3. Geología 103
IV.2.2.4. Suelos. 105
IV.2.2.5. Fisiografía. 106
IV.2.2.6. Perturbaciones Atmosféricas Tropicales. 108
IV.2.2.7. Calidad del aire. 113
IV.2.2.8. Vientos. 114
IV.2.3 Oceanografía y Modelación. 126
IV.2.3.1 Levantamiento Topo-Batimétrico. 126
IV.2.3.2 Muestreo de Sedimentos de Playa. 129
IV.2.3.3 Determinación del Oleaje en Aguas Profundas. 129
IV.2.3.4. Propagación del Oleaje en Aguas de Profundidad Finita con el Modelo SWAN. 133
IV.2.3.5. Transporte Litoral. 137
IV.2.3.6. Modelación Numérica de Propuesta (Estructura) de Protección 140
IV.2.3.7. Propuesta de Obra de Protección. 151
IV.2.3.8. Banco de Materiales. 161
IV.2.3.9. Procedimiento Constructivo 163
IV.2.3.9. Planos del Proyecto Ejecutivo. 165
IV.3.9.10 Conclusiones y Recomendaciones. 167
IV.2.4. Mecánica de Suelos 168
IV.2.5 Aspectos Bióticos 170
IV.2.5.1. Tipos de Vegetación y Flora. 170
IV.2.5.2. Fauna. 175
IV.3 PAISAJE. 181
IV.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO 182
IV.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 188
IV.5.1. Integración e Interpretación del Inventario Ambiental. 188
IV.5.2. Síntesis del Inventario Ambiental. 189

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 192

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 192
V.1.1. Indicadores de impacto 192
V.1.1.1 Obra de protección. 192
V.1.1.2 Dragado del banco de arena. 193
V.1.2 Lista indicativa de Indicadores de impacto. 194
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 195
V. 1.4. Metodología de Identificación de Impactos. 195
V.1.4.1. Ruido. 199
V.1.4.2. Calidad del aire. 199
V.1.4.3. Calidad de Agua. 200
V.1.4.4. Transporte de sedimentos. 200
V.1.4.5 Patrón de Oleaje 201

V.1.4.6 Batimetría..... 201
V.1.4.7 Flora y fauna marina. 201
V.1.4.8 Paisaje. 202
V.1.4.8 Turismo. 202
V.1.4.9 Pesca..... 203
V.1.4.10 Navegación. 203
V.1.5 Criterios y Metodologías de Evaluación. 203
V.1.5.1 Criterios. 203
V.1.5.2. Impactos Residuales..... 215

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 216

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
VI.1.1. Etapa de Preparación del Sitio, Construcción y Operación 216
VI.1.1.1 Medio Físico..... 216
VI.1.1.2 Medio Biótico. 218
IV.1.1.3 Paisaje. 218

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 220

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

VII.1. PRONÓSTICO DE ESCENARIO. 220
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... 223
VII.2.1 Seguimiento del impacto sobre la calidad de agua 223
VII.2.2. Seguimiento del impacto sobre el estado del sedimento..... 223
VII.3. CONCLUSIONES. 224

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 225

VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN 225
VIII.1.1. Planos de localización..... 225
VIII.1.2. Fotografías de la zona del proyecto. 225
VIII.1.3. Videos..... 225
VIII.1.4. Bibliografía..... 225
VIII.2. Glosario de términos..... 225

IX. BIBLIOGRAFIA..... 229

LISTA DE FIGURAS

FIGURA I. 1. MACROLOCALIZACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO. 14
FIGURA I. 2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SITIO DEL PROYECTO. 15
FIGURA I. 3. MICROLOCALIZACION DEL SITIO DEL PROYECTO, EN EL MEDIO MARINO FRENTE A LA BARRA DE LAGUNA (ESTERO) LA CRUZ. 15
FIGURA I. 4. POLÍGONO 1 QUE MUESTRA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO Y EL POLÍGONO 2 DONDE SE VA A DESARROLLAR LA OBRA. 17
FIGURA I. 5. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE LA OBRA CON RESPECTO A LA COSTA, MOSTRANDO LAS CURVAS DE BATIMETRIA RESULTADO DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO REALIZADO. .. 19
FIGURA I. 6. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA DE GEOTUBO CON RESPECTO A LA UBICACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN. 20
FIGURA I. 7.. PERFIL DE LA ZONA, DESDE TIERRA A MAR ADENTRO DONDE SE LOCALIZARÁ LA ESTRUCTURA. 20
FIGURA I. 8. RESUMEN DE LOS FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DEL OLEAJE. COASTAL ENGINEERING MANUAL. 21
FIGURA I. 9. OBRAS QUE SE ENCUENTRAN SOBRE LA LÍNEA DE PLAYA. 22
Figura II. 1. Fotografía de Condominios Jacquelynn que fue tomada en el año de 1984. 26
FIGURA II. 2. FOTOGRAFÍA TOMADA DE LAS INSTALACIONES DE CONDOMINIOS JACQUELYNN DURANTE EL VERANO DE 1988. 27
FIGURA II. 3. CONDICIONES DE LA LÍNEA DE COSTA FRENTE A CONDOMINIOS JACQUELYNN, SIENDO MUY EVIDENTE LOS PROCESOS EROSIVOS Y LA PEDIDA DE PLAYA. 28
FIGURA II. 4. CONDICIONES DE LA COSTA POSTERIOR AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL JULIETTE EN 2001. 29
FIGURA II. 5. COLOCACIÓN DE SACOS LLENOS DE ARENA FRENTE A CONDOMINIOS, PARA PROTECCIÓN DE LOS EFECTOS EROSIVOS DEL OLEAJE. 29
FIGURA II. 6. ESQUEMA QUE MUESTRA EL PROCESO DE EROSIÓN PROVOCADO POR UN MURO VERTICAL CONSTRUIDO EN LA LÍNEA DE COSTA. LA LÍNEA PUNTEADA MUESTRA EL FONDO MARINO INICIAL Y LA LÍNEA CONTINUA EL CAMBIO GENERADO POR EL PROCESO DE EROSIÓN. 30
FIGURA II. 7. IMAGEN TOMADA DE GOOGLE EARTH DE FECHA DEL MES DE MAYO DEL 2004.... 31
FIGURA II. 8. CONDICIONES DE LA PLAYA EN EL MES DE OCTUBRE DE 2009. (IMAGEN GOOGLE EARTH). 32
FIGURA II. 9. IMAGEN QUE MUESTRA LAS CONDICIONES DE LA PLAYA ALEDAÑA A CONDOMINIOS PARA EL MES DE AGOSTO DEL 2016. 32
FIGURA II. 10. IMAGEN DE JUNIO DEL 2019, CON CAMBIOS SIGNIFICATIVOS AL SUR DE LA ESTRUCTURA. 33
FIGURA II. 11. IMAGEN TOMADA DE GOOGLE EARTH CUYO REGISTRO MUESTRA CONDICIONES PARA EL MES DE ENERO DEL 2021..... 34
FIGURA II. 12. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO, LOS NÚMEROS REPRESENTAN LOS VÉRTICES DEL EJE DE LA OBRA. 35
FIGURA II. 13. PLANO DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA (LOS DETALLES EN LOS PLANOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DEL ANEXO 2). 36
Figura III. 1. Programas de Ordenamiento Ecológico Expedidos con o sin la participación de la SEMARNAT. 45

FIGURA III. 2. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO Y ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS MARINOS DECRETADOS EN MÉXICO. 45
FIGURA III. 3. LOCALIZACIÓN DE LA UAB 8 DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. 47
FIGURA III. 4. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN LA UAB 8. 47
FIGURA III. 5. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO. (POET)..... 50
FIGURA III. 6. MAPA DE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA), DONDE SE UBICAN 15 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL COSTERAS Y SIETE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL OCEÁNICAS..... 52
FIGURA III. 7. MAPA DE UGC 9 (FUENTE: DOF 15 DE DICIEMBRE 2006). 53
FIGURA III. 8. ÍNDICE DE APTITUD PESCA INDUSTRIAL, PESCA RIBEREÑA, TURISMO Y CONSERVACIÓN (..... 55
FIGURA III. 9. ÍNDICE DE PRESIÓN MARINA E ÍNDICE DE PRESIÓN COSTERA POR UNIDAD DE INFLUENCIA TERRESTRE. (FUENTE: DOF 15 DE DICIEMBRE 2006)..... 58
FIGURA III. 10. ÍNDICE DE FRAGILIDAD Y MAPA DE ZONAS DE INTERÉS PRIORITARIO A NIVEL ESTATAL..... 59
FIGURA III. 11. POLÍTICAS DE USOS SE SUELO ESTABLECIDAS POR EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA COSTA DEL ESTADO DE SONORA (TOMADO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA COSTA DEL ESTADO DE SONORA, 2008)..... 62
FIGURA III. 12. AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE SONORA. 65
FIGURA III. 13. AREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES EN EL ESTADO DE SONORA..... 66
FIGURA III. 14. LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO QUE SE CONSIDERA COMO AICA ESTERO LA CRUZ. 67
FIGURA III. 15. REGIONES PRIORITARIAS TERRESTRES PROPUESTAS POR CONABIO EN EL NOROESTE DE MÉXICO..... 69
FIGURA III. 16. MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS EN MÉXICO. 70
FIGURA III. 17 . REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP) EN SONORA. 71
FIGURA III. 18. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS CERCANAS A LA ZONA DEL PROYECTO. 72
FIGURA III. 19. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS EN MÉXICO..... 74
FIGURA III. 20. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS EN LA ZONA DEL PROYECTO..... 74
FIGURA III. 21. SITIOS RAMSAR EN MÉXICO 76
FIGURA III. 22 POLÍGONO ENVOLVENTE DEL SITIO RAMSAR “HUMEDALES DE LA LAGUNA LA CRUZ” 78
FIGURA III. 23 POLÍGONO ENVOLVENTE DEL SITIO RAMSAR NO. 1891 CANAL DEL INFIERNILLO Y ESTEROS DEL TERRITORIO COMCAAC.. 79
Figura IV. 1. Macrolocalización del sitio del proyecto 93

FIGURA IV. 2. MICROLOCALIZACION DEL SITIO DELL PROYECTO, LOS NUMEROS REPRESENTAN LOS VERTICES DEL EJE DE LA ESTRUCTURA..... 93
FIGURA IV. 3 POLÍGONO 1 QUE MUESTRA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO Y EL POLÍGONO 2 DONDE SE VA A DESARROLLAR LA OBRA..... 94
FIGURA IV. 4. LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO BACOACHI CON RESPECTO LAS REGIONES HIDROLÓGICAS QUE CUBREN EL ESTADO. 97
FIGURA IV. 5. LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO BACOACHI CON RESPECTO A LAS CUENCAS QUE SE REGISTRAN EN EL ESTADO DE SONORA..... 98

FIGURA IV. 6. SE MUESTRAN LA DIVISIÓN DE LAS SUBCUENCAS PRESENTES DENTRO DE LA CUENCA DE RIO BACOACHI Y SU RELACION CON LA SUBCUENCA DEL ARROYO LA POZA (CUENCA RIO SONORA). 99
FIGURA IV. 7. DISTRIBUCIÓN DE SUBCUENCAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO. SE INDICAN LOS PRINCIPALES ESCURRIMIENTOS EN COLOR AZUL..... 99
FIGURA IV. 8. DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE CLIMA EN LA CUENCA DEL RIO BACOACHI. .. 100
FIGURA IV. 9. TIPOS DE CLIMA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO. 101
FIGURA IV. 10. COMPORTAMIENTO DE LAS TEMPERATURAS EN LA CUENCA DEL RIO BACOACHI. 101
FIGURA IV. 11. COMPORTAMIENTO DE LAS TEMPERATURAS EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL SITIO DEL PROYECTO. 102
FIGURA IV. 12. GEOLOGÍA DEL ÁREA TERRESTRE ALEDAÑAS AL SITIO DEL PROYECTO. 104
FIGURA IV. 13. GEOLOGÍA PUNTUAL DEL ÁREA CIRCUNDANTE TERRESTRE AL SITIO DEL PROYECTO. 104
FIGURA IV. 14. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO BACOACHI. 105
FIGURA IV. 15. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL ÁREA TERRESTRE ALEDAÑA AL SITIO DEL PROYECTO..... 106
FIGURA IV. 16. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RIO BACOACHI. 107
FIGURA IV. 17. FISIOGRAFÍA DEL ÁREA ALEDAÑA AL SITIO DEL PROYECTO. 107
FIGURA IV. 18. TRAYECTORIA HISTÓRICA DE HURACANES QUE HAN TENIDO UNA INFLUENCIA SOBRE EL ESTADO DE SONORA ENTRE 1957 Y 2020. (COLOR ROJO: HURACÁN, COLOR VERDE: TORMENTA TROPICAL, COLOR AZUL: DEPRESIÓN TROPICAL)..... 109
FIGURA IV. 19. UBICACIÓN Y CATEGORÍA DE LAS PERTURBACIONES ATMOSFÉRICAS TROPICALES EN EL ESTADO SE SONORA DE MANERA MÁS DETALLADA ENTRE 1957-2020. CATEGORÍA SAFFIR-SIMPSON. 109
FIGURA IV. 20. UBICACIÓN Y CATEGORÍA DE LAS PERTURBACIONES ATMOSFÉRICAS TROPICALES EN LA REGIÓN DEL PROYECTO. PERÍODO: 1958-2020. CATEGORÍA SAFFIR-SIMPSON. 110
FIGURA IV. 21. TRAYECTORIA DE HURACÁN RAYMOND EN 1986, LLEGA COMO TORMENTA TROPICAL A LA REGION DE BAHÍA KINO..... 110
FIGURA IV. 22. TRAYECTORIA DE LESTER EN 1992, PEGA COMO TORMENTA TROPICAL A LA REGION DE BAHÍA KINO. 111
FIGURA IV. 23. TRAYECTORIA DE HILARY EN 1993, PEGA COMO DEPRESIÓN TROPICAL A LA REGION DE BAHÍA KINO. 111
FIGURA IV. 24. TRAYECTORIA DE JOULIETTE EN 2001, PEGA COMO DEPRESIÓN TROPICAL A LA REGION DE BAHÍA KINO. 111
FIGURA IV. 25. TRAYECTORIA DE JAVIER EN 2004, PEGA COMO DEPRESIÓN TROPICAL A LA REGION DE BAHÍA KINO. 112
FIGURA IV. 26. TRAYECTORIA DE HENRRIETE 2007, PEGA COMO TORMENTA TROPICAL A LA REGIÓN DE BAHÍA KINO. 112
FIGURA IV. 27. TRAYECTORIA DE LINDA 2015, PEGA COMO DEPRESIÓN TROPICAL A LA REGIÓN DE BAHÍA KINO. 112
FIGURA IV. 28. TRAYECTORIA DE NEWTON 2016, PEGA COMO TORMENTA TROPICAL A LA REGIÓN DE BAHÍA KINO. 113
FIGURA IV. 29. REGIONALIZACIÓN DE LA REPÚBLICA MEXICANA EN BASE A SU SISMICIDAD Y LA UBICACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO 115
FIGURA IV. 30.- ESTA IMAGEN MUESTRA LA SISMICIDAD DE SONORA Y LA DISTRIBUCIÓN DE FOCOS SÍSMICOS CON SUS RESPECTIVAS MAGNITUDES. FUENTE: SERVICIO SISMOLÓGICO

NACIONAL, 2015 Y U.S.GEOLOGICAL SURVEY, 2015. (TOMADO DE MARTÍNEZ MARMOLEJO, 2018). 117
FIGURA IV. 31. AREAS DE LA REPUBLICA EXPUESTA A TSUNAMIS LEJANOS (NOROESTE) Y A LOCALES Y LEJANOS (SURESTE DEL PAÍS). 118
FIGURA IV. 32. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EROSIÓN COSTERA EN LA BAHÍA DE KINO. EL COLOR ROJO REFLEJA EROSIÓN FUERTE, EL COLOR AMARILLO AQUELLAS AREAS DE EROSIÓN MEDIA Y EL COLOR VERDE SON LOS SITIOS QUE MAS BAJO RIESGO A LA EROSIÓN COSTERA (TOMADO DE MARTÍNEZ MARMOLEJO, 2018). 119
FIGURA IV. 33. VARIACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL MEDIO DEL MAR PARA EL AÑO 2007 EN LA ESTACIÓN ISLA TIBURÓN, SON. TOMANDO DE REFERENCIA LA PREDICCIÓN DE MAREAS DE CICESE, 2007). 121
FIGURA IV. 34. IMÁGENES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LOS PERFILES DE PLAYA. 127
FIGURA IV. 35. IMÁGENES DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO 128
FIGURA IV. 36. PLANO RESULTADO DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y SU ZONA ALEDAÑA. 128
FIGURA IV. 37. BATIMETRÍA DE LA ZONA DE LA BAHÍA DE KINO, RESULTADO DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA CARTA NÁUTICA DE LA SECRETARÍA DE MARINA (SEMAR) S.M. 223.5 DE BAHÍA DE KINO Y SUS PROXIMIDADES CON ESCALA 1:20 000. 129
FIGURA IV. 38. SITIO DE TOMA DE UNA MUESTRA DE SEDIMENTO DE PLAYA Y UN EJEMPLO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. 130
FIGURA IV. 39. NODO NUMÉRICO MÁS CERCANO A LA BARRA DEL ESTERO LA CRUZ, LOCALIZADO EN LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS 28°40'0.35"N 112° 9'59.58", DE DONDE SE EXTRAJERON LAS SERIES DE TIEMPO DE ALTURA SIGNIFICANTE, PERIODO DE MÁXIMA ENERGÍA Y DIRECCIÓN ASOCIADA AL MÁXIMO DE ENERGÍA ESPECTRAL..... 130
FIGURA IV. 40. SERIES DE TIEMPO DE ALTURA SIGNIFICANTE (A), PERIODO DE MÁXIMA ENERGÍA (B), DIRECCIÓN ASOCIADA AL MÁXIMO DE ENERGÍA (C). 131
FIGURA IV. 41. ROSA DE OLEAJE PARA EL AÑO 2017, LA ESCALA DE COLORES MUESTRA LA ALTURA SIGNIFICANTE (Hs) EN METROS, LA DIRECCIÓN SE REPORTA DE ACUERDO CON LA CONVENCIÓN METEOROLÓGICA (DE DONDE VIENEN LAS OLAS). 132
FIGURA IV. 42. MALLA NUMÉRICA UTILIZADA PARA PROPAGAR EL OLEAJE DE AGUAS PROFUNDAS A AGUAS INTERMEDIAS Y SOMERAS MEDIANTE EL MODELO ESPECTRAL SWAN..... 135
FIGURA IV. 43. CONTORNOS DE ALTURA SIGNIFICANTE PARA OLEAJE QUE INCIDE DESDE AGUAS PROFUNDAS CON DIRECCIÓN SUROESTE. LA ESCALA DE COLORES REPRESENTA LA ALTURA SIGNIFICANTE EN METROS. 136
FIGURA IV. 44. DIAGRAMA DE VECTORES QUE MUESTRA LA PROPAGACIÓN DEL OLEAJE QUE INCIDE DEL SUROESTE DESDE AGUAS PROFUNDAS (SE MUESTRA COMO EJEMPLO, ANEXO 4 TODAS LAS CORRIDAS). 136
FIGURA IV. 45. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN (PUNTOS AMARILLOS NOMBRADOS COMO A, B Y C) DONDE SE EXTRAJERON LAS CARACTERÍSTICAS DEL OLEAJE (ALTURA, PERIODO Y DIRECCIÓN) PARA REALIZAR EL CÁLCULO DEL TRANSPORTE LITORAL. 139
FIGURA IV. 46. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DELF3D-FM, SE COMPONE DE UNA SERIE DE MÓDULOS ACOPLADOS QUE ANALIZAN DIFERENTES TÓPICOS DE LA OCEANOGRAFÍA DINÁMICA COSTERA, EN PARTICULAR EN ESTE TRABAJO SE UTILIZÓ EL MÓDULO FLOW, WAVE Y EL MOR. 140
FIGURA IV. 47. MALLA CURVILÍNEA IMPLEMENTADA EN MODELO NUMÉRICO. 143

FIGURA IV. 48. BATIMETRÍA PARA EL SITIO DE ESTUDIO, OBTENIDA DE LA INTERPOLACIÓN DE FIJAS RECOPILADAS. EL PUNTO ROJO INDICA LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO. LA BARRA DE COLORES INDICA LA PROFUNDIDAD EN METROS. 144
FIGURA IV. 49. PUNTOS DE UBICACIÓN DEL SITIO DONDE SE INSTALÓ EL ADP. 145
FIGURA IV. 50. VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR. LÍNEA AZUL, VARIACIÓN TOTAL DEL NIVEL DEL MAR. LÍNEA VERDE, VARIACIÓN MAREAL DEL NIVEL DEL MAR. LÍNEA ROJA, VARIACIÓN DE BAJA FRECUENCIA (>72 HR) DEL NIVEL DEL MAR. 147
FIGURA IV. 51. PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN PARALELO A LA COSTA (ROMPEOLAS) A BASE DE GEOTUBO. LONGITUD 75 METROS, A 60 METROS SEPARADO DE LA COSTA. 152
FIGURA IV. 52. EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN PARA EL SITIO DE ESTUDIO PARA UN TIEMPO DE 1 MES 153
FIGURA IV. 53. EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN PARA EL SITIO DE ESTUDIO PARA UN PASO DE TIEMPO DE 2 MESES. 153
FIGURA IV. 54. EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN PARA EL SITIO DE ESTUDIO PARA UN PASO DE TIEMPO DE 3 MESES. 154
FIGURA IV. 55. ESQUEMA QUE MUESTRA EL PROCESO DE EROSIÓN PROVOCADO POR UN MURO VERTICAL CONSTRUIDO EN LA LÍNEA DE COSTA. LA LÍNEA PUNTEADA MUESTRA EL FONDO MARINO INICIAL Y LA LÍNEA CONTINUA EL CAMBIO GENERADO POR EL PROCESO DE EROSIÓN. 154
FIGURA IV. 56. ESTRUCTURA SIMILAR QUE SERÁ CONSTRUIDA EN EL SITIO SELECCIONADO. . 160
FIGURA IV. 57. CORTE TRANSVERSAL DE LA INSTALACIÓN DE GEOTUBO. 161
FIGURA IV. 58. PROPUESTA DE BANCO DE MATERIALES 162
FIGURA IV. 59. DIAGRAMA DE BOMBA "POWER-JET". 163
FIGURA IV. 60. SÍNTESIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO PARA EL RELLENO DE LOS GEOTUBOS. 164
FIGURA IV. 61. DETALLES DEL PROYECTO EJECUTIVO. 165
FIGURA IV. 62. PLANO BATIMÉTRICO DE LA ZONA DEL PROYECTO. 165
FIGURA IV. 63. DATOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO 166
FIGURA IV. 64. BATIMETRÍA EN COLORES (ELEVACIONES) 166
FIGURA IV. 65. PLANO DE LA LOCALIZACIÓN DEL BANCO DE MATERIALES. 167
FIGURA IV. 66. MAPA DEL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO BACOACHI, DE ACUERDO A INFORMACIÓN TEMÁTICA DE INEGI. 174
FIGURA IV. 67. MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ÁREA TERRESTRE ALEDAÑA AL SITIO DEL PROYECTO, DE ACUERDO A INEGI. 174
FIGURA IV. 68. PERSONAL CON EQUIPO Y MATERIALES ESPECIALES PARA LLEVAR A CABO LAS INMERSIONES EN EL ESTUDIO DEL MEDIO MARINO. 176
FIGURA IV. 69. LOCALIZACIÓN DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA DE LA OBRA. LOS PUNTOS CON NÚMEROS AMARILLOS, NOS INDICAN EL EJE DE TRAZO DE LA OBRA. 176
FIGURA IV. 70. LOCALIZACIÓN DE LOS TRANSECTOS EN LA ZONA SELECCIONADA COMO BANCO DE MATERIALES. LOS NÚMEROS AMARILLOS REFLEJAN UN TRAZO EN LA PARTE CENTRAL DEL SITIO SELECCIONADO 177
FIGURA IV. 71. LOCALIZACIÓN DE TODOS LOS TRANSECTOS REALIZADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO MARINO. 177
FIGURA IV. 72. FOTOGRAFÍAS TOMADAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRANSECTOS DEL ESTUDIO DEL MEDIO MARINO EN SITIO DE LA OBRA. 179
FIGURA IV. 73. FOTOGRAFÍAS TOMADAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRANSECTOS DEL ESTUDIO DEL MEDIO MARINO EN LA ZONA DE LA OBRA. 180

FIGURA IV. 74. POBLACIÓN TOTAL DE LA LOCALIDAD DE BAHÍA KINO. (CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA INEGI, 2010) 183
FIGURA IV. 75. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE BAHÍA KINO, POR EDAD Y SEXO, (CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA INEGI, 2010) 184

LISTA DE TABLAS

TABLA I. 1. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO 1, EN COORDENADAS UTM ZONA 12, DATUM WGS84. 17
TABLA I. 2. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO 2, EN COORDENADAS UTM ZONA 12, DATUM WGS84. 18
TABLA I. 3. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE LA OBRA, EN COORDENADAS UTM ZONA 12, DATUM WGS84. 18
Tabla II. 1. Vértices del eje de la obra en coordenadas UTM Zona 12, Datum GS84, acordes a la colocación en la figura anterior. 35

TABLA II. 2. PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA. 37
Tabla III. 1. Sectores con aptitud dominante para la UGC 9. 53

TABLA III. 2. ATRIBUTOS NATURALES MAS RELEVANTES DE LA UGC 9. 54
TABLA III. 3. INTERACCIONES PREDOMINANTES ENTRE SECTORES DE LA UGC 9 54
TABLA TABLA III. 4. LISTA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES QUE CONFORMAN LA UGC 9 Y SU APTITUD SECTORIAL. 56
TABLA III. 5. NIVELES DE INTERACCIÓN SECTORIAL DE LA UNIDAD UGC 9. 56
TABLA III. 6. LOS NIVELES DE INTERACCIÓN TOTAL EN LA UGC 9. 56
TABLA III. 7. NIVELES DE ÍNDICES DE PRESIÓN, FRAGILIDAD Y VULNERABILIDAD EN LA UGC 9. 57
TABLA III. 8. NIVELES DE PRESIÓN Y FRAGILIDAD PROMEDIO Y PRIORIDAD A NIVEL DEL GOLFO DE CALIFORNIA. 57
TABLA III. 9. NIVELES DE PRESIÓN Y FRAGILIDAD PROMEDIO Y PRIORIDAD ESTATAL. 57
TABLA III. 10. CARACTERÍSTICAS DE LA AICA ESTERO LA CRUZ 68
TABLA III. 11. CARACTERÍSTICAS DE LA AICA ISLA ALCATRAZ 68
Tabla IV. 1. Cuadro de construcción del polígono 1, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84. 95

. TABLA IV. 2. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO 2, EN COORDENADAS UTM ZONA 12, DATUM WGS84. 95
TABLA IV. 3. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE LA OBRA, EN COORDENADAS UTM ZONA 12, DATUM WGS84. 95
TABLA IV. 4. CLIMAS PREDOMINANTES EN SONORA. 102
TABLA IV. 5. ESCALA DE HURACANES SAFFIR-SIMPSON. TOMADO DE LUTGENS 2001. 108
TABLA IV. 6. RECURRENCIA DE LAS DEPRESIONES ATMOSFÉRICAS TROPICALES QUE AFECTAN AL GOLFO DE CALIFORNIA. 113
TABLA IV. 7. REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL BANCO DE NIVEL OFICIAL DE LA SCT. 126
TABLA IV. 8. DISTRIBUCIÓN DE LAS ALTURAS DE LAS OLAS POR NÚMERO DE EVENTO EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIÓN. 132
TABLA IV. 9. DISTRIBUCIÓN DE LAS ALTURAS DE LAS OLAS EN PORCENTAJE EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIÓN. 132

TABLA IV. 10. TIEMPO DE ACCIÓN EN HORAS PARA INTERVALOS DE ALTURA DE OLA Y DIRECCIÓN, PARA UN PERIODO DE UN AÑO 133
TABLA IV. 11. NOMENCLATURA UTILIZADA EN LAS ECUACIONES. 139
TABLA IV. 12. TRANSPORTE LITORAL EN M^3/AÑO, PARA LOS 3 PUNTOS DE OBSERVACIÓN (P.O.) QUE SE MUESTRAN EN LA FIGURA IV.45, LOS SIGNOS POSITIVOS INDICAN TRASPORTE AL SURESTE Y LOS NEGATIVOS HACIA EL NOROESTE. TAMBIÉN SE MUESTRA EL TRANSPORTE LITORAL NETO (TL NETO) PARA CADA ESTACIÓN. 140
TABLA IV. 13. CONSTITUYENTES DE LA MAREA PARA EL NIVEL DEL MAR EN BAHÍA DE KINO. LOS VALORES DE LA AMPLITUD (A) Y LA FASE (G), ASÍ COMO SUS RESPECTIVOS ERRORES (ΔA, ΔG) SON REPORTADOS. 146
TABLA IV. 14. MÉTODO GRAB RESISTENCIA A LA TENSIÓN- ELONGACIÓN. 158
TABLA IV. 15. MÉTODO DE TIRA ANCHA. 159
TABLA IV. 16. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DEL GEOTUBO, EN COORDENADAS UTM, ZONA 12, DATUN WGS 84. 161
TABLA IV. 17. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA SELECCIONADA PARA EL BANCO DE MATERIALES, EN COORDENADAS UTM, ZONA 12, DATUN WGS 84. 162
TABLA IV. 18. CUADRO DE COORDENADAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS DE MECÁNICA DE SUELOS. 169
TABLA IV. 19. CAPACIDAD DE CARGA CALCULADA ACORDE A LOS RESULTADOS DEL SONDEO SPT1 170
TABLA IV. 20. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO REALIZADO EN LA ZONA DONDE SE LOCALIZARÁ LA OBRA. 178
TABLA IV. 21. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO REALIZADO EN LA ZONA DONDE SE LOCALIZA EL SITIO SELECCIONADO PARA EL BANCO DE MATERIALES. 179
TABLA IV. 22. INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN BAHÍA KINO. 185
Tabla V. 1. Listado de actividades del proyecto por etapas. 194

TABLA V. 2. COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO 195
TABLA V. 3. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 197
TABLA V. 4. RESUMEN DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL. 198
TABLA V. 5. CRITERIOS DE MAGNITUD EN LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 204
TABLA V. 6. CRITERIOS DE IMPORTANCIA EN LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 207
TABLA V. 7. CONTINUACIÓN. 210
TABLA V. 8. RESUMEN DE VALORACIÓN DE MAGNITUD E IMPORTANCIA 213
TABLA V. 9. MATRIZ DE SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES. 213
TABLA V. 10. RESUMEN DE IMPACTOS RESIDUALES. 215
Tabla VII. 1. Proyección de Escenarios. 221

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. DOCUMENTOS DEL PROMOVENTE
ANEXO 2. PLANOS DEL PROYECTO EJECUTIVO
ANEXO 3. MEMORIA FOTOGRAFICA
ANEXO 4. PROPAGACION DEL OLEAJE DE AGUAS PROFUNDAS A AGUAS SOMERAS
ANEXO 5. MODELACION MATEMATICA DE LA ESTRUCTURA
ANEXO 6. MATRICES DE IMPACTO.
ANEXO 7 MECANICA DE SUELOS
ANEXO 8 . VIDEOS DEL SITIO

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

OBRA DE PROTECCION CONTRA LA EROSION COSTERA FRENTE A LA BARRA DEL ESTERO LA CRUZ, BAHIA KINO, SONORA.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio para la realización de esta obra de encuentra en el medio marino, en la zona costera del centro del estado de Sonora, en el municipio de Hermosillo, aproximadamente en la parte media de la barra que separa la Bahía de Kino del Estero La Cruz y casi enfrente de los Condominios Jacquelynn.

El acceso a este sitio se da a través de la Carretera Estatal SON 100 Hermosillo-Bahía Kino y en el en el Km 108, antes de llegar a Bahía de Kino, se toma desviación a la izquierda, en la intersección con la Ave. Del Paraíso, se continua hasta la intersección de la Ave. Miramar y C. Eduardo Ochoa y recorriendo 634 metros sobre la misma Avenida del Paraíso, se llega a los Condominios Jacquelynn, que son la referencia para su localización. Sin embargo, para llegar exactamente al punto deberá de ser por mar, por encontrarse a 60 metros de la línea de costa mar adentro. En la figura I.1, se muestra la macrolocalización del sitio del proyecto y en la figura I.2, se muestra el área de influencia del proyecto y en la figura I.3. se detallada la localización del sitio apoyados con la imagen del Google Earth.

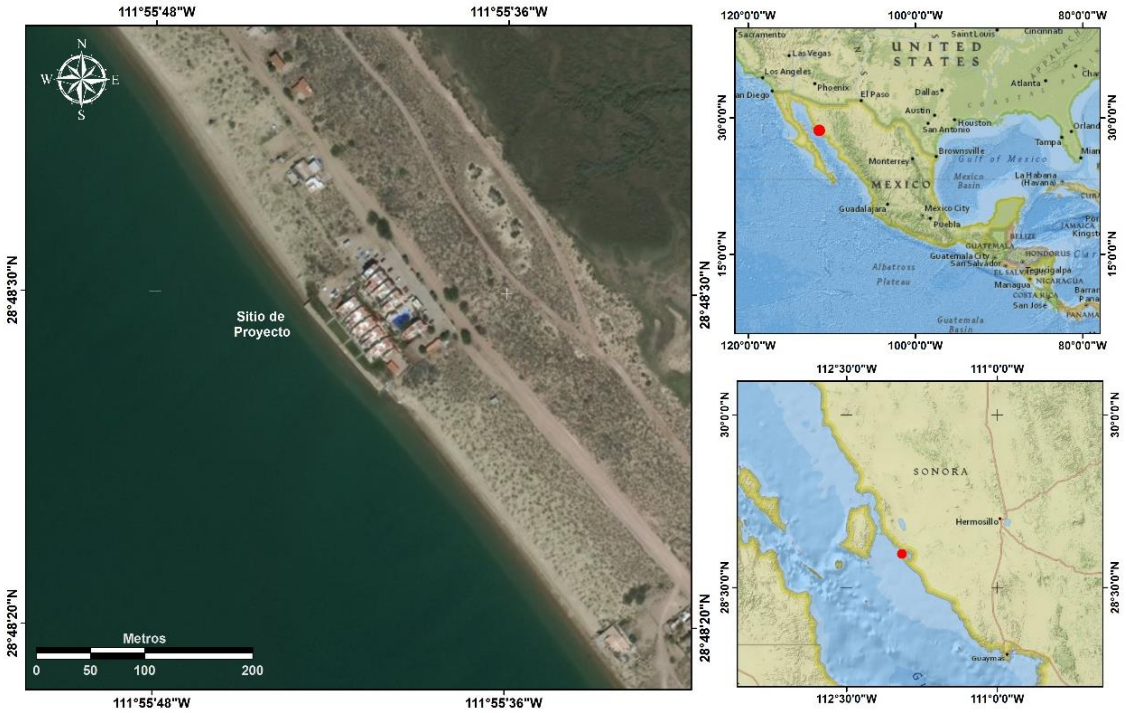


Figura I. 1. Macrolocalización del sitio del proyecto.

Figura I. 2. Localización del área de influencia del sitio del proyecto.

Figura I. 3. Microlocalizacion del sitio del proyecto, en el medio marino frente a la barra de Laguna (estero) La Cruz.

Las playas son consideradas como un ambiente muy dinámico donde interactúan diversos factores físicos que dependiendo de ciertas condiciones, pueden llegar a generar modificaciones importantes en su morfología. Cuando se trata de una playa sin alteraciones antropogénicas estos procesos se encuentran en equilibrio, por lo que la playa se conserva y presenta solo los cambios estacionales habituales. Sin embargo, cuando se construyen obras de ingeniería en la zona costera, el equilibrio dinámico se altera y trae como consecuencia problemas de erosión o acumulación de sedimentos, manifestándose como retroceso o avance de la línea de costa. Al movimiento de sedimentos producto de la interacción entre estos y los agentes físicos que actúan en la playa se le conoce como transporte litoral.

Estos desequilibrios sin embargo, pueden ser mitigados, reducidos y/o corregidos con la implementacion de obras de infraestructura de protección cercanas a la costa , para salvaguardar el litoral del embate de los procesos marinos.

La protección costera es una actividad humana que surgió desde que el hombre adquirió, por medio de herramientas y obras simples, la capacidad de proteger el espacio que lo circunda para su propio beneficio. En su afán de establecerse en la costa en sitios convenientes por su clima y por la disponibilidad de insumos necesarios para su supervivencia y bienestar, también sufrían el embate de la naturaleza, por lo que el hombre se vió en la necesidad de construir obras o adecuar el entorno para protegerse.

En el sitio en cuestión se desarrolló un estudio muy detallado de la caracterización de los parámetros oceanográficos de oleaje, mareas, corrientes, transporte litoral, vientos etc, y fueron la base para la estructuración de un Proyecto Ejecutivo que considera las obras necesarias para controlar, disminuir la erosión de la playa y subsecuentemente el control y regeneración de la playa.

Esta estructura de protección consiste básicamente en un arreglo de geotubos llenos con arena del propio fondo, que conforman una estructura o barrera que funciona como un rompeolas mar dentro, que disipa la energía del oleaje, generando una zona de “sombra” o calma entre la estructura y la línea de costa. Los detalles de la obra se pueden describen en el Capitulo IV y en los planos del proyecto ejecutivo del Anexo 2.

El proyecto se pretende desarrollar en la zona marina frente a Condominios Jacquelynn, cuya área de influencia estimada se presenta en el polígono 1 que engloba una superficie de 27-51-93.61 has , cuyo cuadro de construcción se presenta en la Tabla I.1. El área específica donde se localizara la construcción de la obra se enmarca en el polígono 2, (Figura I.4), definido con el cuadro de construcción de la tabla I.2, con una superficie 2,337.93 m2 y el punto especifico de la obra los define el cuadro de construcción de su eje que se muestra en la tabla I.3, cabe mencionar que todas las coordenadas mencionadas en este documento son UTM Zona 12 N, Datum WGS84.

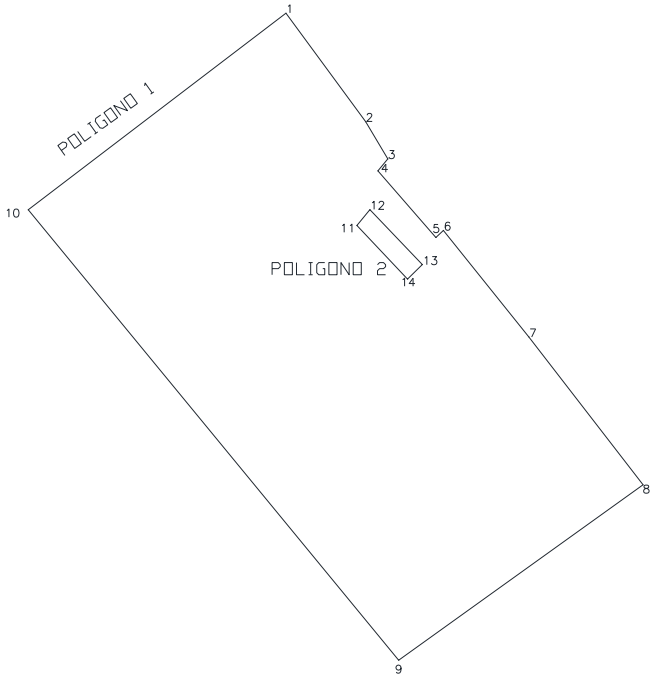


Figura I. 4. Polígono 1 que muestra el área de influencia del proyecto y el polígono 2 donde se va a desarrollar la obra.

Tabla I. 1. Cuadro de construcción del polígono 1, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION POL 1 AREA DE INFLUENCIA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,187,283.97	409,275.82
1	2	S 36°20'28.25" E	166.23	2	3,187,150.08	409,374.32
2	3	S 30°42'18.16" E	53.34	3	3,187,104.21	409,401.56
3	4	S 39°48'26.00" W	19.09	4	3,187,089.55	409,389.34
4	5	S 41°03'26.09" E	109.07	5	3,187,007.30	409,460.98
5	6	N 46°50'40.73" E	12.68	6	3,187,015.97	409,470.23
6	7	S 38°44'28.11" E	168.38	7	3,186,884.64	409,575.60
7	8	S 37°41'09.30" E	230.61	8	3,186,702.14	409,716.58
8	9	S 54°20'44.11" W	371.25	9	3,186,485.74	409,414.93
9	10	N 39°26'29.06" W	719.67	10	3,187,041.52	408,957.73
10	1	N 52°41'04.58" E	399.95	1	3,187,283.97	409,275.82
SUPERFICIE = 27-51-93.61 Has						

Tabla I. 2. Cuadro de construcción del polígono 2, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				11	3,187,022.13	409,363.46
11	12	N 39°37'55.82" E	25.25	12	3,187,041.57	409,379.57
12	13	S 43°40'26.39" E	93.59	13	3,186,973.88	409,444.20
13	14	S 45°46'35.42" W	25.63	14	3,186,956.01	409,425.83
14	11	N 43°19'43.45" W	90.90	11	3,187,022.13	409,363.46
SUPERFICIE = 2,337.93 m2						

Tabla I. 3. Cuadro de construcción del eje de la obra, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima que el tiempo de vida útil del proyecto de acuerdo a la durabilidad de los materiales puede ser hasta por 50 años, considerando el mantenimiento adecuado a las instalaciones.

I.1.4. Duración total del proyecto

Se estima que el tiempo de construcción del proyecto en su conjunto puede llevar 1 año, desde el arranque de las obras hasta su conclusión.

I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto.

La cantidad de sedimentos que se mueven en una playa abierta es función de la energía de las ondas incidentes generadas por el viento (olas), estas ponen en suspensión el sedimento, que es transportado por corrientes paralelas o perpendiculares a la costa,

producidas por el mismo oleaje. Entonces para determinar el trasporte litoral es necesario conocer las características del oleaje que disipa su energía, en el sitio particular de cada proyecto y en el caso que nos ocupa, es la porción central de la barra del Estero la Cruz, Bahía de Kino.

Como se dice anteriormente que las corrientes costeras y el transporte litoral dependen de la energía del oleaje incidente, y en la zona del proyecto se requiere reducir esa energía, se pretende construir una estructura costera sumergida aproximadamente a 60 metros de la línea de costa, que cumpla la función de disipador de la energía del oleaje y generar una zona de calma donde por consecuencia exista un menor movimiento de los sedimentos que actualmente se están perdiendo, ocasionando un problema de erosión de la línea de costa.

La mejor defensa de una costa es una playa, por ello la conservación, creación y regeneración de playas se pueden considerar, con carácter general, como acciones encaminadas hacia el uso sostenible del recurso litoral.

La complejidad de relaciones que se dan en este espacio, considera que cualquier proyecto que se pretenda desarrollar deberá de prever, los posibles efectos adversos que puedan ocasionar, para tomar las adecuadas medidas correctoras. Es por ello, que para plantear el proyecto en cuestión, se requirió de un estudio para la definición de los parámetros oceanográficos de oleaje, mareas, corrientes, vientos y transporte litoral de sedimentos, con profundo rigor científico, que permitieron primero diseñar y posteriormente modelar matemáticamente el comportamiento de los parámetros antes mencionados con la simulación de la estructura ya construida en el sitio (Figura I.5, Figura I.6 y Figura I.7). Esto solamente se logra cuando se genera información de base en el sitio. Los estudios de soporte por su importancia serán anexados a este documento.

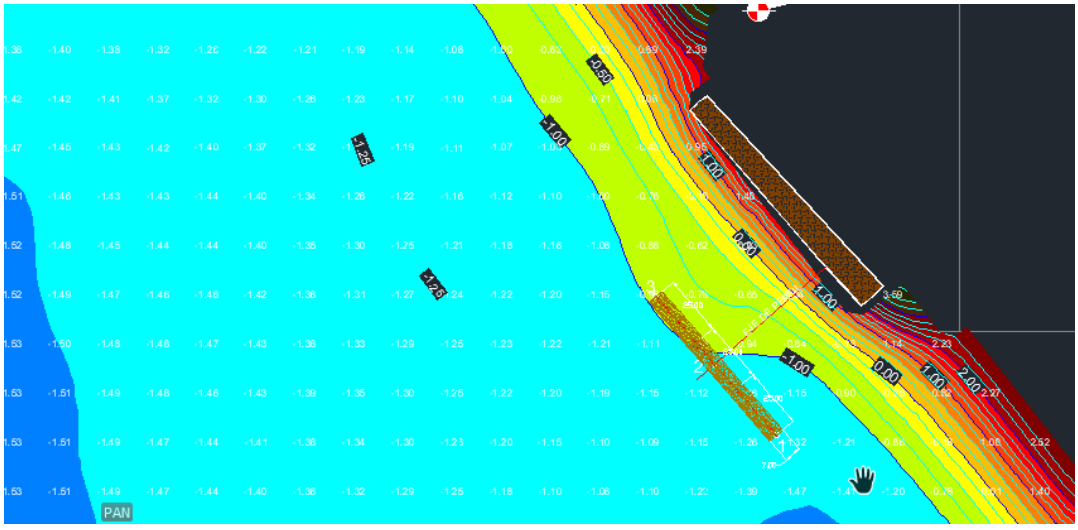


Figura I. 5. Localización del sitio de la obra con respecto a la costa, mostrando las curvas de batimetria resultado del levantamiento de campo realizado.

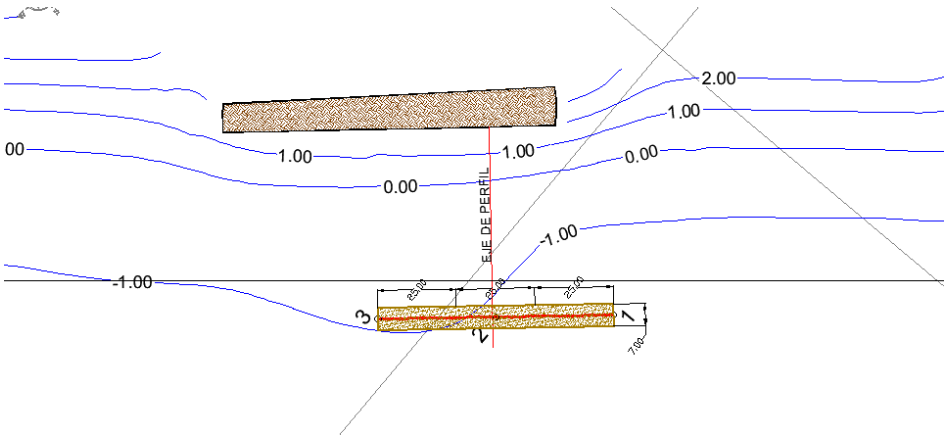


Figura I. 6. Localización de la obra de geotubo con respecto a la ubicación del muro de contención.

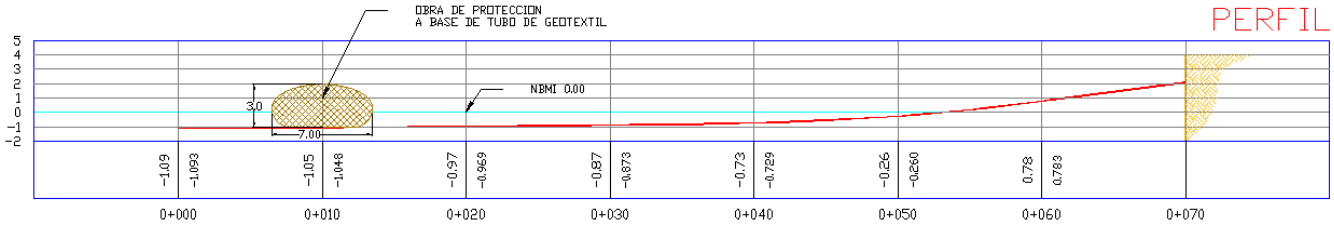


Figura I. 7.. Perfil de la zona, desde tierra a mar adentro donde se localizará la estructura.

Identificación de Agentes antropogénicos.

La franja de nuestro planeta en donde entran en contacto tres grandes sistemas; la tierra, el aire y el mar; se denomina costa. En el presente trabajo se pretende identificar los agentes antropogénicos, tomando como base artículos de investigación, fundamentos de la ingeniería de costas y sus métodos de cálculo, con el objetivo de encontrar un equilibrio a las diferentes estructuras costeras en la barra del estero La Cruz frente a Condominios Jacquelynn.

Para entender las condiciones que se tienen actualmente en el sitio del proyecto, es necesario conocer algunos procesos que se presentan en el medio marino cuando el oleaje incide en la costa. Uno de ellos, es la refracción del oleaje que se genera cuando la onda siente la reducción en la profundidad y el fondo comienza a afectar al movimiento de las partículas por fricción, causando una reducción en la velocidad de propagación. Por ello, la longitud de onda disminuye, la cresta de la onda se deforma y tiende a ser paralela a las líneas batimétricas en las que esta se propaga. Para el caso del sitio del proyecto, es común este fenómeno ya que las profundidades medidas son someras, dado que oscilan entre la cota -3.00 a la -0.50 m con referencia al nivel de baja mar media inferior (NBMI).

El otro proceso muy importante que se genera bajo esas condiciones es la difracción del oleaje, que se produce cuando el oleaje es interrumpido por un obstáculo en su camino que pueden ser naturales (islas) o artificiales (rompeolas). Las islas y los rompeolas pueden actuar incluso como pantallas de manera que generan una desviación sobre las olas. Es un fenómeno similar al que se somete la luz, el cual también es conocido como difracción.

En el mar se encuentra presente en las olas cuando una onda considerada como larga golpea un obstáculo y esta se separa en ondas más pequeñas y con distintas direcciones. (Shen, Bai, & Standifird, 2011). En el caso particular de los condominios Jacquelynn cuenta con un muro de contención (tablaestaca) para protección de sus instalaciones, que ocasiona que se genere el fenómeno de difracción, (Figura I.8).

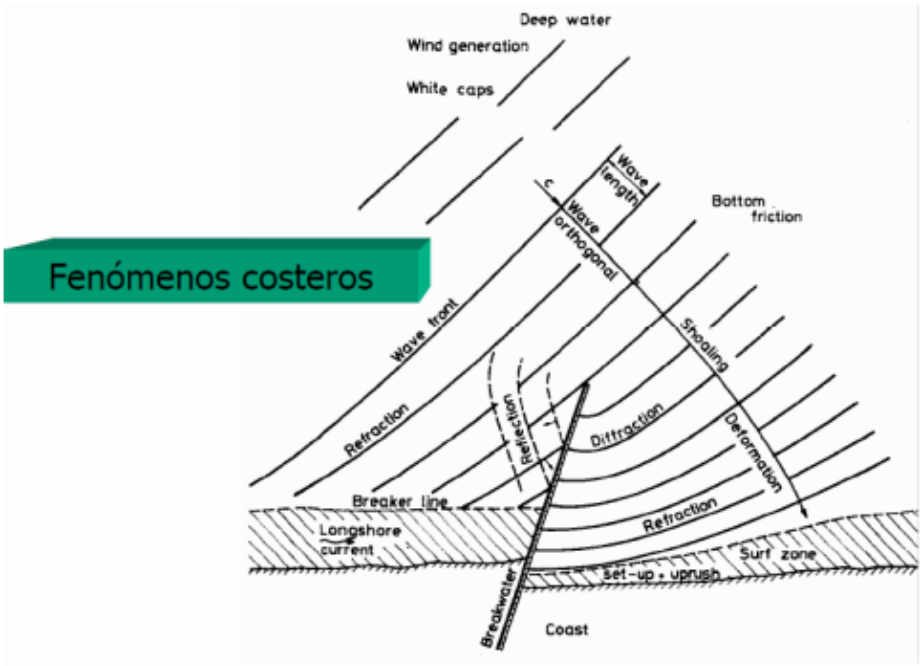


Figura I. 8. Resumen de los fenómenos de propagación del oleaje. Coastal Engineering Manual.

Se puede observar que el momento en que las olas han sido desarrolladas completamente empieza el proceso de rompimiento, gran parte de este proceso ocurre a partir de la disminución del fondo del mar el cual llevará a las olas a aproximarse a las playas donde se acumulan las ondas de oleaje, incrementando su altura de manera que rompan totalmente.

Cada fenómeno de rompientes es originado en el momento en que la altura de la ola llega a un punto en que pierde estabilidad por la disminución en la distancia entre la superficie y el fondo, así como el aumento en la altura de esta. Sin embargo, durante el reconocimiento del sitio, fue muy notorio observar que la rompiente de la ola no logra desarrollarse sobre la baja profundidad de la playa, esta descarga su energía en forma directa sobre el muro de contención, (Figura 9).

Figura I. 9. Obras que se encuentran sobre la línea de playa.

Planteamiento del Problema.

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de las tormentas así como con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM). En cuanto al nivel del mar, las previsiones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para fin de siglo se han ido reduciendo según disponía de datos más fiables desde 50-90 cm (IPCC 1998) a 13-68 cm (IPCC 2001). Los valores de INQUA (International Union for the Study of Quaternary Sea-Level Change and Coastal Evolution Commission) y del IGCP (International Geosciences Programme Projects 369 and 437) son aún más modestos: 10-20 cm.

Las playas son un ambiente dinámico donde interactúan diversos factores físicos para modificar su morfología, en una playa sin alteraciones antropogénicas estos se encuentran en equilibrio, por lo que la playa se conserva y presenta cambios estacionales. Cuando se construyen obras de ingeniería en la zona costera, el equilibrio dinámico se altera y trae como consecuencia problemas de erosión o acumulación de sedimentos, manifestándose como retroceso o avance de la línea de costa. Al movimiento de sedimentos producto de la interacción entre estos y los agentes físicos que actúan en la playa se le conoce como transporte litoral.

En un estudio recientemente realizado en las costas del Este y Sur de España los datos disponibles indican una tendencia generalizada de estabilidad o ligero descenso del Nivel Medio del Mar, aunque localmente la subsidencia pueda enmascarar este efecto. Esta tendencia se manifiesta en progradación costera, crecimiento de flechas litorales relleno de estuarios y desaparición de humedales.

Por el contrario, en la costa Norte los datos indican una tendencia al ascenso con tasas de 3-4 mm/año en la segunda mitad del siglo XX. Esto se une a observaciones concretas que muestran una reducción marcada de muchas playas confinadas, retroceso de frentes dunares y acantilados "blandos" o adelgazamiento y/o rotura de flechas litorales, difícilmente atribuibles a reducción en el aporte de sedimentos, dado que datos recientes, indican al contrario aumentos notables de la tasa de sedimentación en estuarios a lo largo del siglo pasado.

La zona costera constituye la interfase entre la atmósfera la hidrosfera y la litosfera lo que la hace especialmente dinámica y sensible a los cambios climáticos. El carácter de interfase confiere a la franja litoral una gran diversidad de ambientes y recursos y la convierte en un área especialmente atractiva para los asentamientos humanos tanto como lugar de residencia como por la gran variedad de actividades productivas que se pueden implantar en ella. El resultado es que alrededor de un 60% de la población se concentra cerca del litoral la mayor parte de ella a pocos kilómetros de la línea de costa (Nicholls y Branson 1998).

La cantidad de sedimentos que se mueven en una playa abierta es función de la energía de las ondas generadas por el viento (olas) que inciden sobre la misma, estas ponen en suspensión el sedimento el cual es transportado por corrientes paralelas o perpendiculares a la costa, producidas por el mismo oleaje. Entonces para determinar el trasporte litoral es necesario conocer las características del oleaje que disipa su energía en la barra de la playa en Bahía de Kino.

De igual forma es necesario identificar los agentes antropogénicos que derivan crecimiento de flechas litorales, azolvamiento y/o erosión en la línea de costa.

La dinámica de la marea se encuentra influenciada por el Sol y la Luna, lo que denominamos marea astronómica, durante algunas temporadas este fenómeno ocasiona que la marea se retraiga o invada las playas. Durante este proceso permite el acumulamiento y transporte de sedimento, manteniendo una estabilidad sobre la playa. En el caso particular, las obras costeras frente Condominios Jacquelynn, provocan una inestabilidad en el transporte de sedimento, que se pretende corregir. Aunado a lo anterior el oleaje ocasionado por los vientos locales generan un transporte de erosión y sedimentación, que ha sido desequilibrado con las obras construidas.

Esta situación se agrava cuando se presentan fenómenos denominados atípicos, que generan oleajes de tormenta, los cuales dejan daños severos sobre las obras construidas sobre el margen de la costa.

Propuesta de Solución.

En muchos países costeros es muy común tener problemas de erosión en playas y malecones. Debido a la acción de las mareas y el oleaje, estos sufren desgaste que hace que pierdan territorio y en muchos casos hasta desaparecen. La solución más común a esta problemática es construir muros de piedra escollera para detener el embate de las olas. Si bien esto resuelve el problema de manera temporal, en la mayoría de los casos resulta bastante caro porque el material tiene un costo elevado y los bancos de materiales se encuentran usualmente lejos de las costas incurriendo en rubros altos de acarreo.

Los muros a base de concreto o piedra, se han utilizado desde hace muchos años como una forma de controlar la erosión por la acción del oleaje. Sin embargo, existen criterios encontrados sobre sus ventajas. Aunque no se puede negar que el revestimiento de estructuras rígidas efectivamente evita la erosión del suelo detrás del muro, se argumenta que al impedir la erosión se aumenta la erosión en zonas adyacentes, por reflexión de las olas, o por la acumulación de arena que de otras formas se trasladaría a otros sitios de la playa. En algunos estados de los Estados Unidos los muros junto a la playa se encuentran prohibidos y su uso muy restringido. (Martin, 2007).

Este tipo de obras se construyen perpendiculares o paralelas a la playa. Su función es protegerla de procesos erosivos, permitiendo mantener un cierto ancho de playa, reteniendo la arena, sea en forma natural o preservando rellenos artificiales para compensar pérdidas de material. Aunque la forma más común de construir estas estructuras es utilizar roca, podrían emplearse otros tipos de materiales como tabla-estacas de concreto, pilotes, gaviones, etc. Los espigones pueden ser permeables o impermeables, altos o bajos y fijos o ajustables. (Martinez, 2012).

La aplicación de geotubos para resolver este problema se presenta como una solución económicamente viable y al mismo tiempo reduce el impacto ambiental. El simple hecho de eliminar el acarreo conlleva a una disminución significativa de la huella ambiental y eliminando estos costos se obtiene un beneficio económico. Esta solución ha sido implementada en lugares, solo para mencionar algunos, como Australia, Perú, Brasil y México ofreciendo excelentes resultados .Con base a estos casos de referencia y analizando sus métodos de construcción, se plantea la solución a la problemática de estabilización de la línea de costa y al mismo tiempo implementar tecnología que no solo reduce costos, sino que es más amigable con el medio ambiente.

Por otro lado, se pretende lograr con la implementación de esta obra, basada en resultados de un estudio muy profundo que el siguiente capítulo se describen, sirvan como guía para casos posteriores.

I.1.6. Presentación de la documentación legal.

En el Anexo 1 se presenta la siguiente documentación; identificación del promovente y su Registro Federal de Contribuyentes

1.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Dr. Jesús Antonio Cruz Varela
Documentos en el l Anexo 1

I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC)

CUVJ650712BF5
Documentos en el l Anexo 1

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal
NO APLICA

I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal

I.3 Responsable del Estudio de Impacto Ambiental

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

Condominios Jacquelynn empezaron a construirse en el año de 1971 y para 1973 fueron terminados y puestos en funcionamiento, como lo muestra la fotografía de la figura II.1, que fue tomada en 1984. En esta imagen claramente se aprecia una amplia playa frente a las instalaciones, que refleja condiciones de estabilidad en la línea de costa para esas fechas. Se puede apreciar así mismo en la imagen, que las construcciones se localizan a una distancia prudente que aparenta respetar los límites hacia la playa que definen la Zona Federal Marítimo Terrestre. Por otro lado, de acuerdo a comunicación personal con los diseñadores del proyecto, fueron consideradas las características y amenidades que ofrecía el sitio.

En la misma imagen de la figura I.1, se pueden ver también escalinatas y andadores de bajada sobe el talud de la duna para el acceso directo a la playa, lo cual refleja respeto por la realización de obras que pudieran considerarse provisionales en zona federal.

Figura II. 1. Fotografía de Condominios Jacquelynn que fue tomada en el año de 1984.

Si se toma en cuenta la fotografía de la figura II.2, tomada en el verano de 1988, comparativamente con la fotografía del 1984, no se presentan cambios significativos en la estabilidad que refleja la línea de costa. Si bien es cierto la imagen muestra un nivel de

agua que puede considerarse marea baja, la marca que deja la marea mas alta, deja ver que se pueden medir algunos metros hasta la base de la escalinata de acceso a la playa, esto es , si se toman de referencia el tamaño de la gente y los equipos de navegación (cayacs) presentes en la foto.

Figura II. 2. Fotografía tomada de las instalaciones de Condominios Jacquelynn durante el verano de 1988.

Para poner en contexto este estudio, se requirió hacer una cronología de eventos, sobre todo documentar de manera muy detallada aquellos procesos causales de cambios en la conformación de la geomorfología de la línea de costa, como lo son los Huracanes y Tormentas Tropicales, desde que se construyen los Condominios Jacquelynn, pasando por los eventos que causaron daños a la infraestructura de conexión con la playa (escaleras, andadores y jardinería), hasta que debido al avance de la erosión de la playa, se tuvo que construir el Muro de Contención (tablaestacado), que se tienen actualmente, para proteger las construcciones del embate del oleaje.

De acuerdo con CENAPRED (2014), la temporada de mayor incidencia de los fenómenos hidrometeorológicos en el Océano Pacífico, comienza en la primera quincena del mes de mayo y finaliza a principios de noviembre, siendo septiembre el mes que presentan más actividad. Para el caso del Estado de Sonora y específicamente para la zona de Bahía de Kino, se caracterizan son los meses de julio agosto y septiembre.

Con esto en mente, se realiza una retrospectiva de todos los eventos que se han presentado particularmente en la zona, posterior a la construcción de los condominios, identificando y

describiendo sus características y principales efectos. Cabe señalar que la información de mayores detalles se describe en el apartado de huracanes en el Capitulo IV.

1. En 1989 la Tormenta Tropical Raymond, entró por la costa de Bahía de Kino, a la altura de Isla Tiburón, provocando efectos considerables en la línea de costa y genero pérdidas importantes en infraestructura, impactando el 4 y 5 de octubre, con vientos máximos de 65 a 85 km/hr.
2. Tres años después en 1992 el huracán Lester, con casi la misma trayectoria de la Tormenta Tropical Raymond impactó Bahía Kino, el 23 de agosto con ráfagas de viento de 85 a 120 km/hr y una precipitación copiosa de 140 mm, causando además inundaciones de tipo pluvial y costera, dañando la infraestructura de viviendas, hoteles y restaurantes.
3. Un año después entra el Huracán Hilary, el 26 de agosto de 1993, como Depresión Tropical, con vientos de 35 nudos y toca tierra en costas sonorenses por el Canal del Infiernillo entre Isla tiburón y Punta Chueca, muy cercanos a la zona del proyecto.
4. Todos estos eventos tan frecuentes provocaron importantes daños en la línea de costa, generado sitios con evidentes muestras de erosión, y específicamente en las instalaciones de Condominios Jacqueline, como se muestra en la figura II.3.

Figura II. 3. Condiciones de la línea de costa frente a Condominios Jacquelynn, siendo muy evidente los procesos erosivos y la pedida de playa.

5. Pasaron 9 años y el 01 octubre de 2001, el huracán Juliette ya como Depresión Tropical se introduce al Golfo de California y su trayectoria pasa por encima de la Isla Tiburón, con vientos sostenidos de casi 50 km/hr, dejando a su paso los efectos erosivos y daños considerables en la costa de Bahía Kino. En el sitio de Condominios Jaquelynn prácticamente se perdió toda la playa y se empezaron a

colocar sacos llenos de arena pegados a las escalinatas y al talud con la finalidad de proteger el área contra el oleaje, como se puede observar en la Figura II.4. y II.5

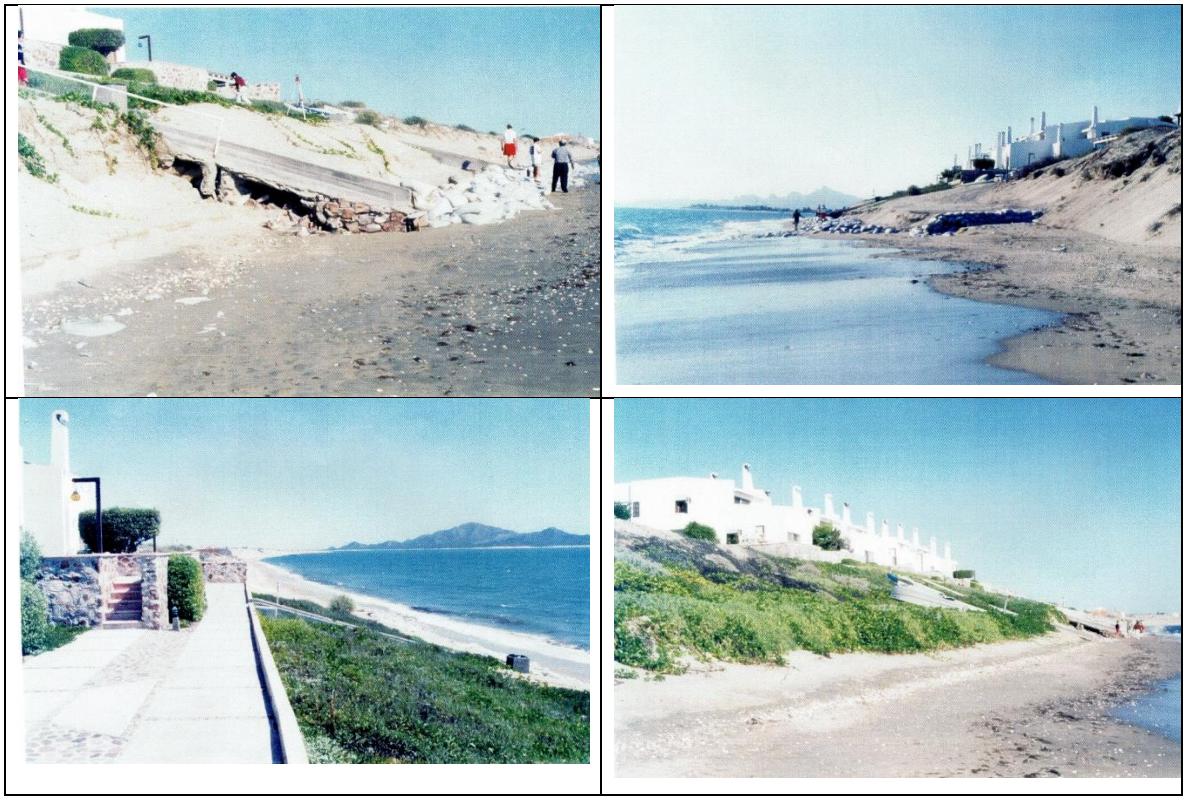


Figura II. 4. Condiciones de la costa posterior al paso de la Tormenta Tropical Juliette en 2001.

Figura II. 5. Colocación de sacos llenos de arena frente a Condominios, para protección de los efectos erosivos del oleaje.

6. En el año 2003, derivado de los riesgos que implicaba el acercamiento del oleaje en mareas altas y sobre todo el oleaje generado en la temporada de Huracanes y Tormentas Tropicales (mayo-septiembre), se empezó a construir frente a Condominios Jacquelynn, un muro de contención, sobre el polígono delimitado por la recién otorgada concesión de Zona Federal Marítimo Terrestre para proteger sus instalaciones, debido a que los efectos de los procesos erosivos presentes en la playa, eran muy evidentes. El muro fue a base de tablaestaca de fibra de vidrio ,reforzado con madera, fue hincado directamente en la arena y rellenado para convertirse posteriormente en jardín, que hasta la fecha ha servido para protección contra esos eventos.

7. Eventos posteriores de oleaje generado por huracanes han azotado y golpeado la estructura del muro de contención, como el huracán Javier el 19 de septiembre de 2004, que toca tierra en el área de Punta Kino muy cercano al sitio del proyecto, aunque ya como Depresión Tropical con vientos máximos sostenidos de 20 nudos. Y posteriormente el día 06 de septiembre del 2007, el huracán Henriette toca tierra en Guaymas como Tormenta Tropical, con vientos de 60 nudos.

8. Después de 8 años se presenta nuevamente un periodo de alta frecuencia de eventos como la Depresión Tropical Sixteen en 2015, que toca tierra frente al Canal del Infiernillo en la Isla Tiburón con vientos sostenidos de 30 nudos, El huracán Newton el 07 de septiembre de 2016, que toca tierra como Tormenta Tropical entre Bahía Kino y Tastiota, con vientos sostenidos de 55 nudos. Y finalmente el huracán Lorena en 2019, toca tierra como Depresión Tropical en el área de Tastiota, con vientos sostenidos de 50 km/hr.

9. Al paso de los años y con la subsecuente acción del oleaje cada vez mas cambiante, la estructura de protección por acción propia del oleaje empezó a generar cambios en la línea de costa. Esto es porque al incidir el oleaje de marea alta y de tormentas directamente sobre la estructura inicio un proceso de erosión que se puede esquematizar de manera muy clara en la figura II.6.

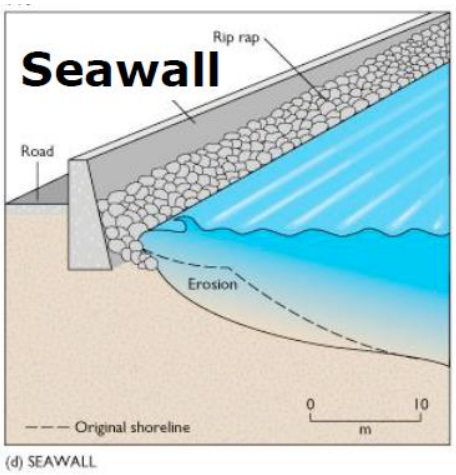


Figura II. 6. Esquema que muestra el proceso de erosión provocado por un muro vertical construido en la línea de costa. La línea punteada muestra el fondo marino inicial y la línea continua el cambio generado por el proceso de erosión.

Aunado a ello, la propia estructura empezó a quedar expuesta y generar una punta que ocasiona que el oleaje incidente al encontrarse con el obstáculo se modifica su trayectoria y cambia de dirección, ocasionando un fenómeno que en oceanografía se denomina “difracción del oleaje” Al cambiar de dirección el oleaje concentra la energía hacia donde se curva la onda y eventualmente propicia la erosión de la costa. Este proceso se ha ido acrecentando paulatinamente al paso de los años y se tiene en la zona, una perdida muy importante de sedimentos en la playa que provoca un evidente retroceso de la línea de costa.

Para documentar mejor estos procesos se utilizaron imágenes de satélite de alta resolución, disponibles utilizando la herramienta Google Earth, donde a partir del año 2004 se tiene información disponibles para el área del proyecto. Estas imágenes ayudan a documentar de manera muy esquemática los cambios que se han ido presentando en la línea de costa, (Figura II.7).

En la imagen de mayo del 2004 ya se observa muy claramente la estructura de protección (tablaestacado), después de 6 años de operación (inicio de construcción en 1998), siendo evidente la desaparición de gran parte de la playa que existía, si se toma de referencia la fotografía de 1994. Por ello , en los 20 años trascurridos ya se puede ver un cambio muy importante dada la cercanía del agua a Es evidente la cercanía del agua , quedando de manifiesto al sur de la estructura un retroceso de la línea de costa, ocasionado por la socavación y perdida de material sedimentario.

Figura II. 7. Imagen tomada de Google Earth de fecha del mes de mayo del 2004.

Para el mes de octubre del año 2009, ya se estaban colocando sacos llenos de arena y concreto en la porción sur de la estructura con la finalidad de aminorar los daños causados por la acción erosiva del oleaje como se puede apreciar en la figura II.8.

Figura II. 8. Condiciones de la playa en el mes de octubre de 2009. (Imagen Google Earth).

Para el mes de agosto del 2016, 8 años después de la imagen anterior se observa mas claramente la acción de pérdida de la duna por causa de la erosión de la línea de costa, (Figura II. 9).

Figura II. 9. Imagen que muestra las condiciones de la playa aledaña a condominios para el mes de agosto del 2016.

En los últimos años ha sido más evidente la pérdida de sedimentos aunado a que el oleaje de tormenta en el verano también se ha intensificado. En la figura II.10, se observan cambios muy importantes ocurridos en 3 años tomando de referencia la imagen del 2016

Figura II. 10. Imagen de junio del 2019, con cambios significativos al sur de la estructura.

En el año 2019 y 2020 se intensificaron los trabajos de parte de Condominios Jacquelynn para tratar de proteger sobre todo la porción sur de la estructura, utilizando supersacos rellenos con arena y colocados como barreras para soportar de manera directa la energía del oleaje. Todo el espacio que se generó detrás de los supersacos fue tambien rellenado con la misma arena como se puede apreciar en la figura II.11, que refleja las condiciones el mes de enero del 2021.

Tomando en cuenta todos estos antecedentes en claro observar que la zona costera se considera un ecosistema frágil, con equilibrios dinámicos fáciles de vulnerar; y a su vez , es un espacio muy demandado por el hombre y se considera como un recurso escaso que exige una gestión ambiental adecuada para un mejor manejo y aprovechamiento. La mejor defensa de una costa es una playa, por ello la conservación, creación y regeneración de playas se pueden considerar, con carácter general, como actuaciones encaminadas hacia el uso sostenible del recurso litoral.

El efecto de las olas en la zona costera es la causa principal de la mayoría de los cambios físicos que en ella se presentan. Las propiedades de la ola dependen de las condiciones del viento, el lugar donde se generan y las condiciones batimétricas de la zona de exploración, porque se sabe que las olas pueden ser generadas por vientos distantes o locales.

Figura II. 11. Imagen tomada de Google Earth cuyo registro muestra condiciones para el mes de enero del 2021.

La acción de las olas sobre las playas, provoca un movimiento más o menos fuerte del sedimento de un lugar a otro, (Gurgenci & Hood, 1997). La distribución de sedimentos se puede observar mediante los procesos de erosión y depositación. La dirección predominante de transporte también se puede observar dependiendo de cómo se distribuye el sedimento a lo largo de la línea costera, a pesar de que el transporte de sedimentos es un proceso dinámico y muy cambiante.

El desarrollo de una playa o costa depende del equilibrio entre la arena movida hacia adentro de la zona afectada y la arena que se trasladó con el tiempo. Estos cambios pueden ocurrir en escalas de tiempo de días, estaciones o años. (Castro & Villacampa, 2000).

El Proyecto Ejecutivo planteado para solucionar la problemática que se presenta en la zona, considera las obras necesarias para controlar, y/o disminuir la erosión de playa y subsecuentemente lograr el control y regeneración nuevamente de la playa. Este proyecto, contemplo la elaboración de estudios oceanográficos muy profundos y detallados que generaron la información de soporte para el diseño y desarrollo de las obras que se plantean con la finalidad de propiciar el control de la erosión de la línea de costa.

Los estudios realizados llevan a cabo la identificación, caracterización y la valoración de los impactos en el aspecto oceanográfico e Ingeniería. Esta identificación preventiva de los impactos permite sugerir medidas correctoras y proponer ideas para la redacción de un plan estratégico de control y monitoreo. Así mismo, se realizó un análisis del Proyecto y del Medio elaborando los estudios específicos para la identificación y alcance de los impactos. El Estudio permite predecir mediante modelos matemáticos el desarrollo del Proyecto, de forma global, aumentando la calidad de vida del sector en el frente costero.

II.1.2 Selección del Sitio.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, para la selección del sitio del proyecto se tuvo que generar información detallada de parámetros oceanográficos (batimetria, oleaje, mareas, corrientes, transporte litoral, etc.), que posteriormente fue utilizada para la modelación matemática, cuyos resultados determinaron el sitio de la estructura, después de haber en ensayado y modelado colocación de la estructura en diferentes puntos. La información de detalle se puede ver en el apartado de Modelación Matemática del Capítulo IV.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Físicamente el proyecto se ubica en el área marina casi frente al muro de contención de Condominios Jacquelynn como se muestra en la figura II 12. y el cuadro de construcción del eje de la estructura se muestra en la tabla II.1. Además en la figura II.13, se pueden ver un plano con algunas las características de la obra (en el Anexo 2 de presentan los planos del proyecto ejecutivo)

Figura II. 12. Localización del proyecto, los números representan los vértices del eje de la obra.

Tabla II. 1. Vértices del eje de la obra en coordenadas UTM Zona 12, Datum GS84, acordes a la colocación en la figura anterior.

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

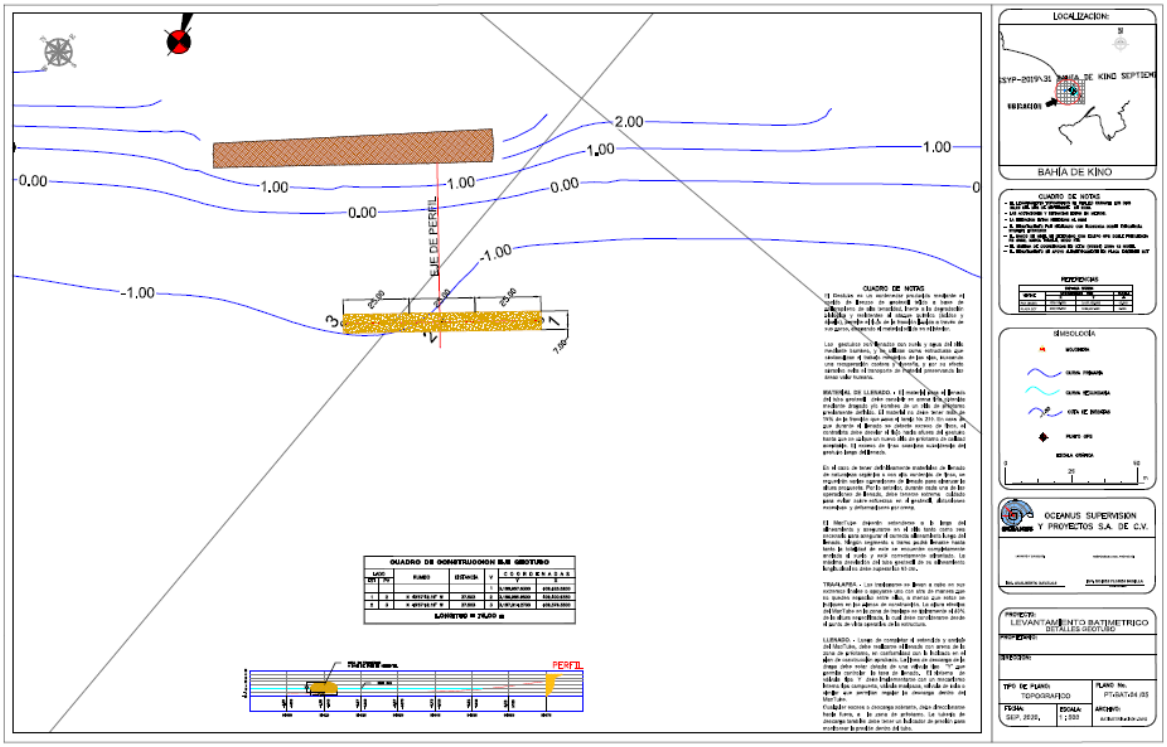


Figura II. 13. Plano de algunas características de la obra (los detalles en los planos del proyecto ejecutivo del Anexo 2).

II.1.4 Inversión Requerida

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

La obra a construir es un arreglo de geotubos cuyas dimensiones son: 3 de metros de altura total, 7 metros de ancho y 70 metros de largo. Para su construcción se contempla un área de 237.93 m2 Las especificaciones de las dimensiones del proyecto por equipos se muestran en los planos del proyecto ejecutivo que se incluye en el Anexo 2.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Actualmente en el sitio no se tiene ningún tipo de uso, sin embargo es una zona por la que se tiene navegación de embarcaciones pesqueras menores y eventualmente es área de recreación para actividades acuáticas como nado, cayac y recreativas como paseo en Jet Sky y remolque con pangas de equipos acuáticos recreativos.

El sitio de la obra es una zona totalmente marina, localizada dentro de la Bahía de Kino, a 60 metros de la línea de costa aguas adentro, tomando de referencia la marca de la marea mas baja, (ver Anexo 3, Memoria Fotográfica).

II.1.7 Urbanización del Area y Descripción de Servicios Requeridos

No aplica.

II.2 Características Particulares del Proyecto

Es una obra que consiste en la colocación de geotubos, definidos estos como bolsas de geotextiles llenados con materiales mismo sitio (fondo marino), acomodados estratégicamente como estructura de protección que funcionan como barreras de rompomiento de la energía del oleaje que ayudaran a resolver un serio problema de erosión costera. Esta tecnología se presenta como una solución económicamente viable y amigable con el ambiente, debido a que se elimina el acarreo de materiales ajenos al sitio y por otro lado no se requiere la realización de obras complementarias para su ejecución. Por lo tanto, conlleva a una disminución significativa de la huella ambiental y al mismo tiempo disminuye costos, obteniendo beneficios económicos importantes. Esta solución ha sido implementada en lugares, solo para mencionar algunos, como Australia, Perú, Brasil y México ofreciendo excelentes resultados.

II.2.1 Programa General de Trabajo

En el cronograma de actividades que se presenta en la Tabla II.2, se desglosan de manera resumida las actividades a realizar durante cada una de las etapas del proyecto. Durante el las primera semana se establece el señalamiento para no interferir con las actividades cotidianas y el suministro de los materiales

En las subsecuentes semanas solamente se lleva a cabo el proceso constructivo que tiene que ver con la colocación y llenado del los geotubos y una vez concluido el proceso, en la ultima semana se coloca el señalamiento final que queda integrado.

Tabla II. 2. Programa de trabajo para la construcción de la obra.

PROGRAMA DE OBRA				MES 1				MES 2			
No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
1	Señalamiento del area de los trabajos, indicando con boyas tipo globo o inflable, el lugar donde sera instalado el geotubo, incluye: materiales, mano de obra especializada, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecucion.	m2	1,500.00								
2	Suministro y colocacion de geotubo MacTube marca MACCAFERRI con dimension instalado de 3 m de altura, relleno con arena del lugar in situ, incluye: acomodos, izajes, tuberias para relleno , embarcacion menor, materiales, mano de obra especializada, herramienta, maquinaria y todo lo necesario para su correcta ejecucion.	m	75.00	SUMINISTRO MATERIAL	EJECUCION						

En este tipo de proyectos no se considera abandono de sitio debido a que cuando termina su periodo económico (tiempo de vida útil) se deberá realizar la rehabilitación de la estructura para mantenerla en operación.

II.2.2 Preparación del Sitio.

a). Remoción y Relocalización de Organismos de Fondo.

Como es un sitio dentro del agua, las actividades a realizar en preparación para la construcción de la obra será la delimitación del área de trabajo con boyas, respectando el trazo del proyecto ejecutivo.

De acuerdo al estudio realizado de flora y fauna en el sitio es muy escasa como se puede ver en los resultados obtenidos en el estudio realizado para tal fin y se presenta en el apartado correspondiente en el Capitulo IV. Sin embargo, las condiciones cambiantes en el ambiente marino, nos obliga a realizar un nuevo levantamiento antes del inicio de los trabajos de construcción, que permita relocalizar fuera de la zona de la obra, aquellos organismos sobre todo los filtro alimentadores que pudieran quedar atrapados debajo de los geotubo. Así mismo, se pretende realizar este mismo trabajo en la del área seleccionada para el banco de materiales que servirán de relleno para conformar la estructura.

En el caso de los especímenes vegetativos acuáticos (algas o pastos marinos), también se pretende llevar a cabo la misma operación debido a que en estudio realizado tampoco detecto su presencia durante el muestreo realizado. Pero existen algunos organismos que cambian sus hábitos alimenticios durante determinadas épocas del año y tienen desplaamientos importantes que se van a tomar en cuenta.

II.2.3 Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto.

Para esta etapa no se contempla llevar a cabo la instalación de obras provisionales.

II.2.4 Etapa de Construcción

a) Colocación del Tapete Antisocavación.

Es la primera actividad que se realiza antes de cualquier otra y consiste en la colocación de una fibra textil directamente sobre el fondo y se ancla para mantenerla fija. Los impactos mas evidentes que se pueden presentar es el atrapamiento y enterramiento de organismos vivos, que se minimiza con la inspección a cargo de personal capacitado, del área donde será colocado el tapete, para relocalizar aquellos especímenes que se encuentren.

b) Colocación y Llenado de los Geotubos

La colocación de los geotubos se realiza directamente sobre el tapete antisocavación, y se procede a su llenado utilizando equipo de bombeo especializado, con capacidad de para bombear solidos, esto es arena y arcillas utilizando la propia agua de mar como mecanismo de movilidad.

Durante estas acciones no se generan residuos, porque básicamente consiste en succionar los materiales disponibles en la superficie del fondo marino, como arena y lodos, que a través de bombeo son colocados dentro de los geotubos que sirven como contenedores, dejando salir el líquido y atrapando los sólidos, que se constituye en el material de relleno.

No será necesario la utilización de maquinaria pesada para llevar a cabo estos trabajos, solo se ocupara equipo menor para mantener los geotubos extendidos y permitir que los solidos puedan ir rellenado y conformando la estructura.

Los principales impactos, se relacionan con la emisión de gases a la atmósfera derivados de la operación de los equipos, la generación de ruido y la re suspensión de partículas de sedimentos del fondo que pueden trasladarse a otros sitios aledaños del área de trabajo, por acción de las corrientes . Con el objeto de minimizar la emisión de gases a la atmósfera se utilizará preferentemente maquinaria en muy buenas condiciones mecánicas y en condiciones óptimas de mantenimiento. En virtud de que la zona donde se desarrollará el proyecto, se encuentra relativamente cerca del área de otros proyectos de asentamientos humanos, el ruido puede representar un problema, pero se tratara de trabajar solo las horas adecuadas, para importunar lo menos posible a los vecinos, sobre todo los ocupantes de las instalaciones de Condominios Jacquelynn, que son los mas cercanos . En cuanto a la re suspensión de sedimentos provocados por el bombeo y succión de los sedimentos del fondo, es importante comentar que las horas de trabajo estarán supeditadas a condiciones de calma de viento, dado que este genera el oleaje causante principal del transporte del sedimento.

c) Disposición de Residuos.

Básicamente los residuos que serán generados durante la etapa de construcción, se circunscriben a residuos domésticos provenientes de la alimentación de los operadores de los equipos que se involucran en el proceso. Estos residuos se transportan a la playa para ser alojados en contenedores que a su vez van a ser llevados a un sitio donde puedan ser depositados en los recolectores de basura del municipio.

En cuanto a residuos de otro tipo como son aceites o algún otro tipo de hidrocarburos que intervienen en la operatividad de los equipos, van a ser transportados después de la jornada de trabajo hacia sitios donde puedan ser entregados para su confinamiento, aunque se estima que los volúmenes no son importantes, pero si un derrame en el medio puede provocar impactos significativos, motivo por el cual se trataran de llevar a cabo todas las maniobras que los involucren fuera del agua. Esto es específicamente en las embarcaciones que se van a utilizar para el traslado del personal.

Por otro lado la operatividad de equipos de combustión interna necesarios como bombas, preferentemente se colocaran en la medida de lo posible sobre embarcaciones para evitar potenciales derrames al agua.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Por la naturaleza de la obra, no se contempla llevar a cabo la instalación de obras provisionales, todas los equipos y materiales a utilizar van a ser desactivados a diario.

a) Almacén general.

No aplica. Lo que se tiene contemplado es arrendar una vivienda en la localidad de Bahía Kino, que donde el personal sea alojado y a su vez se utilizara para almacenar los materiales de geotextiles y herramientas necesarias.

b) Taller de Mantenimiento.

No será necesario la construcción de instalaciones para tal efecto, dado la cercanía del proyecto con los servicios que ofrece la comunidad de Bahía de Kino.

c) Almacén de combustible.

NO se prevé almacenamiento de combustible. El suministro será a directamente en la gasolinera por estar muy cerca en la comunidad de Bahía Kino, aparte que los consumos de combustible no son significativos.

d) Oficinas.

No se requiere de oficinas temporales en el sitio , dado que el personal será alojado en una vivienda rentada en Bahía Kino y ahí mismo se acondicionará un área para oficina.

e) Comedor.

Durante la jornada de trabajo se llevara comida preparada a los operadores en materiales desechables que una vez desocupados, serán colocados en bolsas de plástico para su traslado a Bahía Kino y entregarlos al camión recolector de basura de la comunidad.

f) Baños.

Se contará con un baños portátil sobre una plataforma rodante, que estará colocado en la playa, frente al área del proyecto y cuando la jornada de trabajo termine se trasladara a un sitio donde pueda estar bajo resguardo de algún evento de marea alta.

II.2.6 Operación y Mantenimiento

La etapa de operación de esta obra estará sujeta al embate permanente del oleaje. Aunque esta diseñada para soportar los oleajes mas fuertes que estadísticamente a lo largo del tiempo se han presentado, no se descarta que posterior a algún evento extraordinario se pudiera presentar alguna acción de mantenimiento. Sin embargo, se pudiera pensar en acciones mínimas de mantenimiento al menos por los primeros 5 años de operación del proyecto.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio.

En este tipo de obras no se considera la etapa de abandono del sitio, dado que estará en funcionamiento permanente y cuando se llega al final de la vida útil del proyecto, se realizan obras de rehabilitación y con ello se puede continuar con su operatividad.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

a) Residuos sólidos

Durante todas las etapas del proyecto, la poca cantidad de residuos sólidos que seran generados, se dispondrán en bolsas para ser trasladadas a la comunidad de Bahía Kino, y entregados a los camiones recolectores del servicio público, que los transportan al relleno sanitario de la comunidad.

En las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, los residuos generados básicamente son residuos domésticos urbanos.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, no se prevee que se genere ningún tipo de residuos sólidos urbanos, ni de ningún otro tipo.

b) Residuos líquidos.

No hay en el desarrollo de alguna de las etapas del proyecto la generación de residuos líquidos, salvo los generados en los baños portátiles que son confinados por la empresa que prestará el servicio.

c) Emisiones a la atmósfera

La operación de maquinaria liviana, liberarán emisiones de monóxido de carbono a la atmósfera, sin embargo, por tratarse de actividades de corta duración las emisiones no serán significativas.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

El único residuo preocupante y con posibilidades de ocasionar impactos al ambiente marino son los residuos sólidos urbanos, los cuales ya se describió su manejo y disposición

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

III.1 Información Sectorial

III.1.1. Contexto del Estudio.

Tomando como base la ubicación espacial y las características del proyecto descritas en el Capítulo II, se presenta a continuación un análisis del vínculo existente entre el proyecto y los diferentes instrumentos de planeación existentes en la zona. El objetivo central de este análisis es el de conocer los ordenamientos jurídicos a los que habrá de apegarse el proyecto así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto.

Así, en el presente capitulo, se analizará la vinculación del proyecto con los diferentes instrumentos jurídicos que le aplican, de acuerdo a lo que dispone el artículo 13 fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En este marco de actuación del proyecto, los ordenamientos que se consideran aplicables y vinculables en materia ambiental son los siguientes:

En materia de planeación:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.
- Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024
- Plan Estatal de Desarrollo 2015 – 2021.
- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021

Leyes y Reglamentos:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- Ley General para la Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.
- Ley de Vías Generales de Comunicación.
- Reglamento de LGEEPA en materia de Ruido.
- Reglamento de LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.
- Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias

Código Penal Federal.

- Normas oficiales mexicanas.

La dinámica del desarrollo sectorial dentro de la zona, es de gran importancia social, al no existir en este momento otro proyecto de esta naturaleza, con lo que se pretende mitigar los efectos causados tanto por procesos naturales como por procesos inducidos por la infraestructura presente.

III. 2. Ordenamientos del Territorio.

De acuerdo a SEMARNAT, El *Ordenamiento ecológico* se define, jurídicamente, como "El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Titulo Primero, Art.3 fracción XXIV). Con lo que se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, siendo además una herramienta estratégica para la convergencia entre Estado y Sociedad.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que el *Ordenamiento ecológico* es un instrumento que se deberá incorporar en la planeación nacional del desarrollo (Artículo 17). Señala además, cuáles son los criterios que deben considerarse para la formulación del mismo (Artículo 19), cuáles son sus modalidades (Artículo 19 Bis), y describe cuáles son las instancias y los órdenes de gobierno a quienes corresponde la formulación de las diferentes modalidades del *Ordenamiento Ecológico*, lo mismo que los alcances de dichos programas (Artículos 20 al 20 Bis 7).

En el Reglamento de la LGEEPA, en materia de *Ordenamiento ecológico (Reglamento),* se definen las competencias de la SEMARNAT, así como la participación de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en la formulación, expedición, ejecución, asesoría, evaluación, validación y vigilancia de los ordenamientos ecológicos de competencia federal; la participación en la formulación de los programas de *Ordenamiento ecológico regional* de interés de la Federación y en la participación en la elaboración y en su caso, la aprobación de los programas de *Ordenamiento ecológico local*. Finalmente, cada Entidad Federativa tiene atribuciones particulares en materia de *Ordenamiento ecológico*, establecidas en su respectiva legislación local.

El ordenamiento ecológico se puede formular según las siguientes modalidades:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Tiene como objetivo fundamental, vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio; en particular, se puede destacar que con el Programa se busca llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria. Su formulación deberá atender a lo establecido en los artículos 20 y 20 bis de la LGEEPA y el capítulo tercero de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino.- Tiene por objeto delimitar una regionalización de unidades de gestión ambiental terrestres en la que se determinan las aptitudes sectoriales que son la base para definir los usos del suelo fuera de los centros de población. En el Programa se establecen los criterios de regulación ecológica para promover la sustentabilidad de las actividades sectoriales, minimizar los conflictos entre los sectores y promover la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; se incluyen los lineamientos ecológicos que definen las metas de calidad ambiental y se presenta una estrategia ecológica que permita cumplir con los lineamientos. Su formulación, publicación y modificación deberá atender lo establecido en los artículos 20 bis 3 de la LGEEPA y 40 a 50 de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional. Tiene por objeto identificar las actividades sectoriales presentes en regiones consideradas prioritarias o estratégicas para el país, así como su relación con la generación de posibles conflictos ambientales, sobre todo con respecto a la oferta y demanda de recursos naturales; el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como con la protección y conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad. Su formulación deberá atender a lo establecido en los artículos 20 bis3 de la LGEEPA y 40 de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Presenta los mismos elementos que un programa de ordenamiento ecológico regional, con la peculiaridad de que este programa tiene un análisis más preciso del territorio, sus recursos e incluye los criterios de regulación ecológica para los centros de población, para que éstos formen parte integral de los programas de desarrollo urbano formulados por las autoridades municipales, de acuerdo con lo que establecen los artículos 20 bis 4 y bis 5 de la LGEEPA y los artículos 57 al 61 de su Reglamento. Los municipios formularán su Programa de Ordenamiento Ecológico con base en las leyes locales en la materia, y podrán invitar al gobierno federal a participar en el proceso de ordenamiento ecológico a través de la suscripción de un convenio de coordinación.

Los programas de ordenamiento ecológico regional o local, en cuyas áreas se incluya un área natural protegida de competencia federal, son elaborados y aprobados conjuntamente por el gobierno estatal o municipal correspondiente y la SEMARNAT, conforme a lo determinado por los artículos 20 bis 2 y 20 bis 5 de la LGEEPA, respectivamente.

De acuerdo con SEMARNAT, a nivel nacional se han expedido 45 Ordenamientos Regionales y 71 Ordenamientos Locales. En el Estado de Sonora se tienen dos ordenamientos decretados únicamente, uno de tipo Regional y otro Local, así como un Ordenamiento Ecológico Marino.

El ordenamiento Local es el publicado el 30 de Julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación para el municipio de Rosario, Sonora. El Ordenamiento de tipo regional considera toda la zona costera del Estado y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 20 Agosto de 2009.

Fuente:

Presidencia de la República, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 19-01-2018, consultado en www.dof.gob.mx.

Presidencia de la República, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, Diario Oficial de la Federación, México, 31-10-2014, consultado en www.dof.gob.mx.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Marzo, 2018.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California atiende a todo el Golfo de California con costas en los estados de Baja California Sur, Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit. El Ordenamiento en mención, se publica en el Diario Oficial de la Federación el dia 29 de Noviembre de 2006.

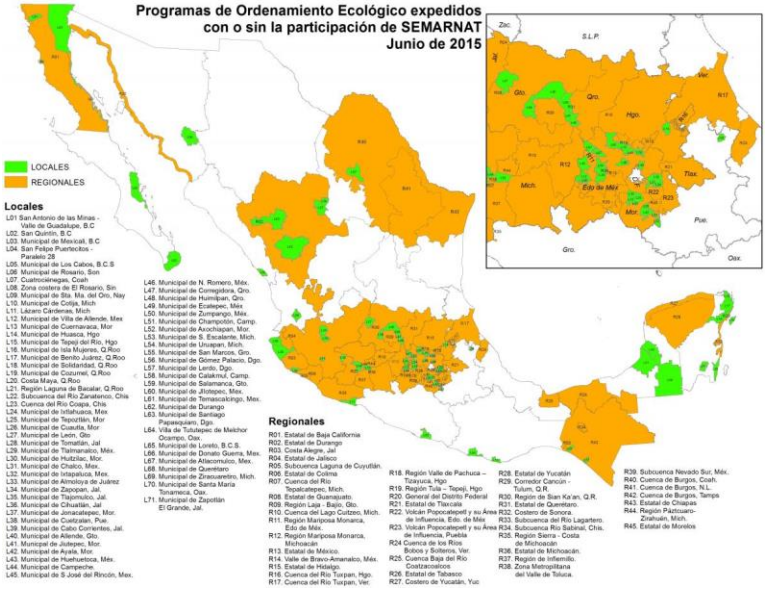


Figura III. 1. Programas de Ordenamiento Ecológico Expedidos con o sin la participación de la SEMARNAT.

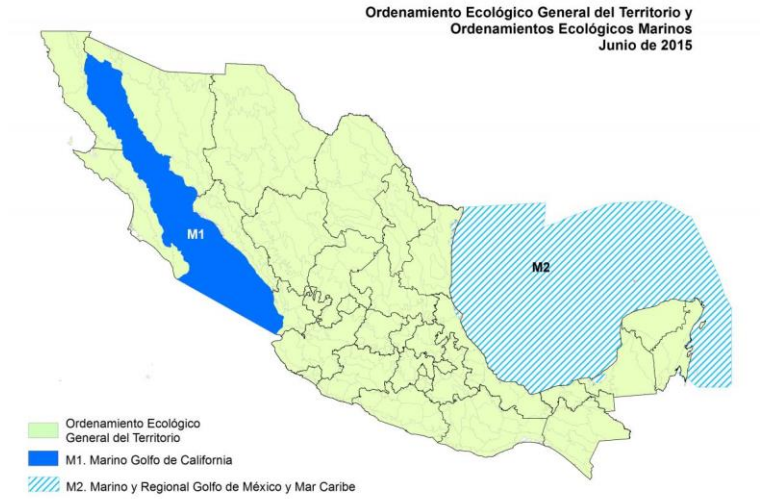


Figura III. 2. Ordenamiento Ecológico del Territorio y Ordenamientos Ecológicos Marinos decretados en México.

Los Programas de Ordenamiento Ecológico, en cualquiera de sus modalidades, son herramientas de planeación y tienen como objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de un desarrollo sustentable. En la región costera donde se ubica el área de interés, se identificaron dos ordenamientos territoriales decretados: Programa de ordenamiento Ecológico de la Costa de Sonora y el Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

Es importante señalar que aun cuando SEMARNAT señala únicamente dos programas de ordenamiento, se identifican, además, el Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Sonora (de índole estatal), mismo que serán descritos a continuación.

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Ordenamiento Ecológico es uno de los principales instrumentos de la política ambiental mexicana que propone sentar las bases para planificar el uso del suelo en el territorio nacional.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tiene como objetivo llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto:

- Establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;
- Promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF);
- Orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
- Promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas;
- Apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así
- Como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Aunque el área del proyecto se localiza dentro del ambiente marino, como ya se ha dicho anteriormente, de acuerdo a este programa el área inmediata al sitio corresponde a la Región Ecológica 15:33, donde se encuentra la Unidad Ambiental Básica 8.

Como es un ordenamiento de escala muy grande, esta unidad abarca también una área muy extensa de mas de 32.5 Km2, en la que se define una política de Aprovechamiento

Sustentable con Restauración y como eje rector se propone la preservación de la flora y fauna y turismo. Figura III.3 y III.4

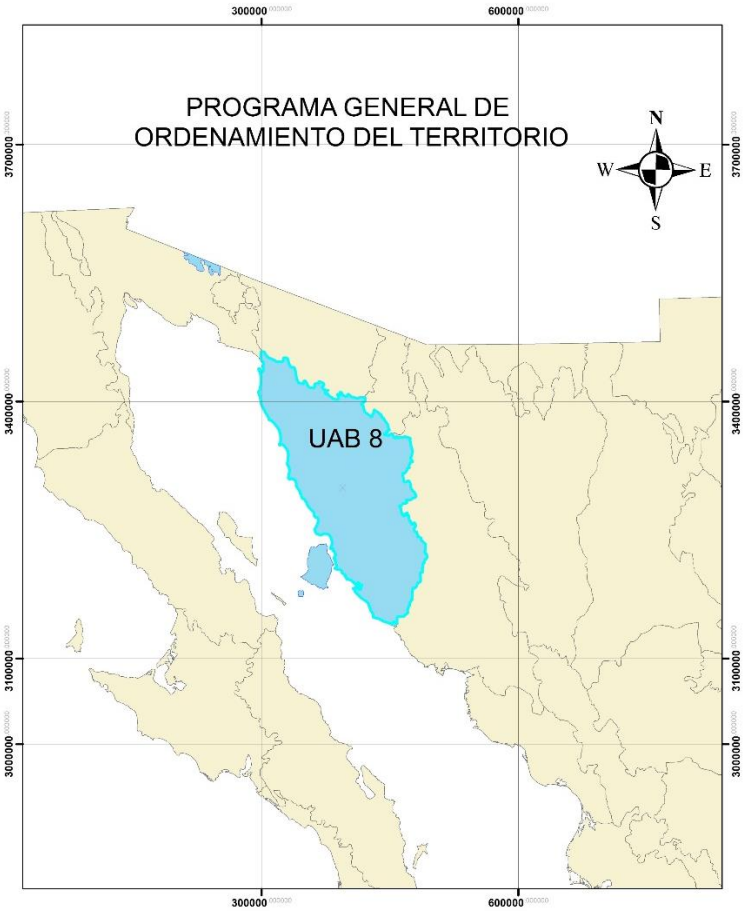


Figura III. 3. Localización de la UAB 8 del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

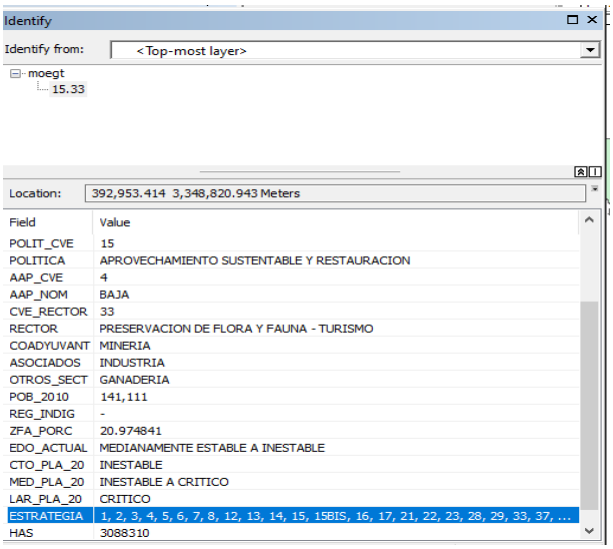


Figura III. 4. Características que definen la UAB 8.

Esta región ecológica presenta las siguientes características:

Unidad Ambiental Biofísica 8: Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales

Estado actual del Medio Ambiente: Medianamente estable a Inestable.
Conflicto Sectorial: Bajo.
Escenario al 2033: Crítico.
Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable y Restauración.
Prioridad de Atención: Baja.
Rectores del desarrollo: Preservación de Flora y Fauna.
Coadyuvantes del desarrollo: Minería.
Asociados del desarrollo: Industria.
Otros sectores de interés: ganadería.

La Unidad Ambiental Biofísica 8 tiene 24 Estrategias sectoriales para su aplicación en la Unidad, destacando la congruencia del proyecto con la No 4, que indica el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

Por ello, queda claro que la ejecución del proyecto, es acorde a las políticas establecidas en la normatividad y en los programas de ordenamiento. Por otro lado, las medidas de mitigación de los impactos propuestas durante las actividades de construcción y operación del proyecto, permitirá no comprometer los recursos, así como tampoco se contraponecon las políticas de la Región Ecológica establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

III.2.2. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora fue propuesto por la Secretaría de Infraestructura urbana y Ecología del Gobierno del Estado de Sonora y elaborado en 1996 por el Centro de Investigación y Desarrollo de Sonora (CIDESON), posteriormente Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable en el Estado de Sonora (IMADES) y hoy Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES); presentado ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) para su revisión, aceptación y decreto: A la fecha sin decreto respectivo y en estado de revisión.

Sin embargo, el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el óptimo uso y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional. Dentro de sus objetivos y metas están:

- Regular e inducir el uso racional del suelo y del desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales
- Lograr la proyección del medio ambiente a través de la apropiación y aplicación de políticas y criterios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento integral de los recursos naturales, todo ello en un marco de desarrollo sustentable;

En el caso de la realización de la Obra de Protección contra la erosión costera dentro de la la Bahia de Kino, frente la barra del estero La Cruz, se están atendiendo todas las

disposiciones que en la materia apliquen, cuidando que las afectaciones al medio ambiente sean mínimas, dado la importancia que reviste su construcción como medida de mitigación para remediar un impacto mayor, que esta siendo generado en este momento por causas mayormente naturales pero con efectos muy evidentes, dado que causan daños en las propiedades que tienen potencial de aprovechamiento para futuros desarrollos.

El proyecto se encuentra influenciado por la Unidad 100-0/03 Sierra Baja, misma que se constituye en la tercera unidad más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la **Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses**, y en menor medida en la **Subprovincia 12 Pie de la Sierra** de la **Provincia III Sierra Madre Occidental**. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son extremosos. Entre los elementos biológicos predominan los ecosistemas desérticos; para lo cual se hace una propuesta para la Protección de Sirio en las sierras al sur de Puerto Libertad. Las sierras bajas de la Subprovincia 12 Pie de la Sierra también están asociadas con Bosques secos; de hecho parte del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui pertenece a esta UGA.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente, especialmente en las formaciones montañosas de la Megacisalla Sonora Mohave) y en las cercanías a Hermosillo para no metálicos (cemento, calhidra y otros). Entre otras actividades se tiene el turismo especializado (inmobiliario) en las sierras aledañas a la costa, entre El Desemboque y Guaymas y el turismo alternativo de aventura y cultural con las civilizaciones áridas, como To'hono (Pápago), Conka'ac (Seri) y Yoheme (Yaqui y Mayo). Las especies cinegéticas más importantes son cimarrón en las sierras del noroeste del estado, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes y la actividad forestal no maderable

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con la minería, probablemente la actividad productiva más rentable en esta UGA. La ganadería extensiva aunque no es recomendable, existe en el área y también es fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y desérticos, (Figura III.5).

El área contigua terrestre al sitio del proyecto, de acuerdo con la propuesta del Programa de Ordenamiento, puede tener un uso Turístico, Recreativo y de Asentamientos Humanos, lo cual es compatible con el uso propuesto en el proyecto, al tratarse de un proyecto encaminado a atraer el turismo local y regional a la comunidad de Bahía de Kino y con ello, apoyar la economía local y la generación de empleos.

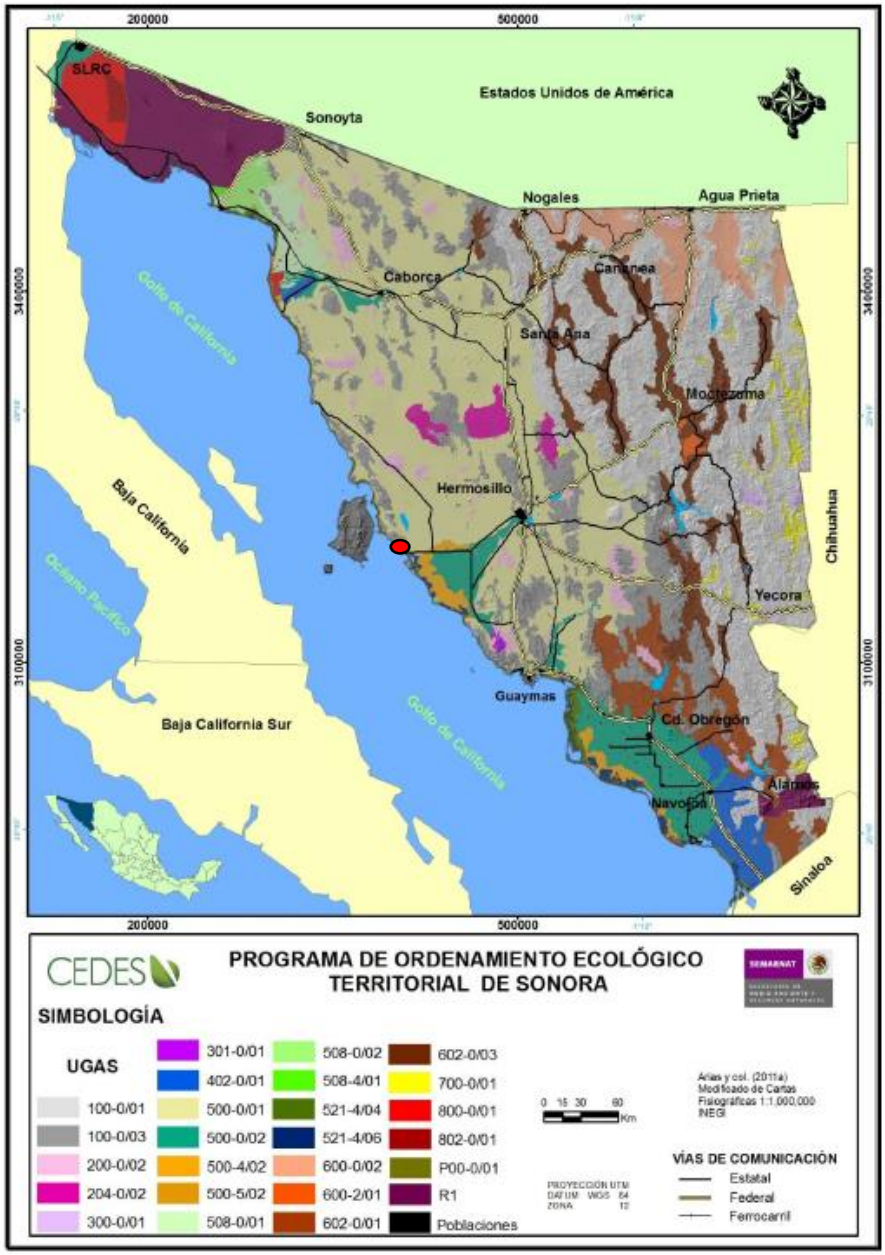


Figura III. 5. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio. (POET).

III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses

y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

El Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es la instancia rectora de este proceso, donde se pretende institucionalizar un mecanismo plural de participación para prevenir y atender los conflictos ambientales en la región. Por ello, a este Comité se convocaron a todos los sectores públicos de la población que hacen uso de los recursos marinos, legitimando así la toma de decisiones en torno al desarrollo regional. Este Comité se divide en dos órganos, el órgano técnico y el órgano ejecutivo.

El Órgano Ejecutivo es responsable de la toma de decisiones en la instrumentación del proceso, mientras que el Órgano Técnico es responsable de la revisión y validación de los estudios y demás insumos técnicos. Este Proceso inició de manera formal el 5 de junio de 2004 con la suscripción del Convenio de Coordinación entre el gobierno federal (representado por seis secretarías de estado: SEMARNAT, SAGARPA, SEGOB, SEMAR, SECTUR y SCT) y los cinco gobiernos estatales ribereños (Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora).

El 9 de julio del mismo año, el Órgano Ejecutivo del Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California tuvo su primera sesión e inició el trabajo para la generación de su Reglamento Interno. En éste se definió la estructura del Órgano Técnico, en el que, además de las entidades gubernamentales suscriptoras del convenio, se integraron a representantes de diferentes sectores de la sociedad: Pesca Industrial, Pesca Ribereña, Turismo, Acuacultura, Grupos Indígenas y Sector Académico. Más adelante se invitaría a participar en el Órgano Ejecutivo a un representante de los municipios costeros de la región.

Que el 29 de noviembre de 2006, salió publicado en el Diario Oficial de la Federación el Decreto mediante el cual se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, aplicable en 15 unidades de gestión ambiental costeras y siete unidades de gestión ambiental oceánicas, que incluyen las zonas marinas mexicanas y las zonas federales adyacentes en los términos de la Ley General de Bienes Nacionales y la Ley de Aguas Nacionales, teniendo como límite al Sur una línea recta que une Cabo San Lucas, Baja California Sur, a la desembocadura del Río Ameca en Nayarit, (Figura III.6).

De acuerdo a las unidades de gestión ambiental costeras, la zona del proyecto, se localiza dentro de Unidad de Gestión Ambiental Costera: UGC 9, denominada Canal del Infiernillo-La Colorada, que comprende desde la porción norte de la isla Tiburón hasta 40 km al norte de Guaymas,(Figura III.7).

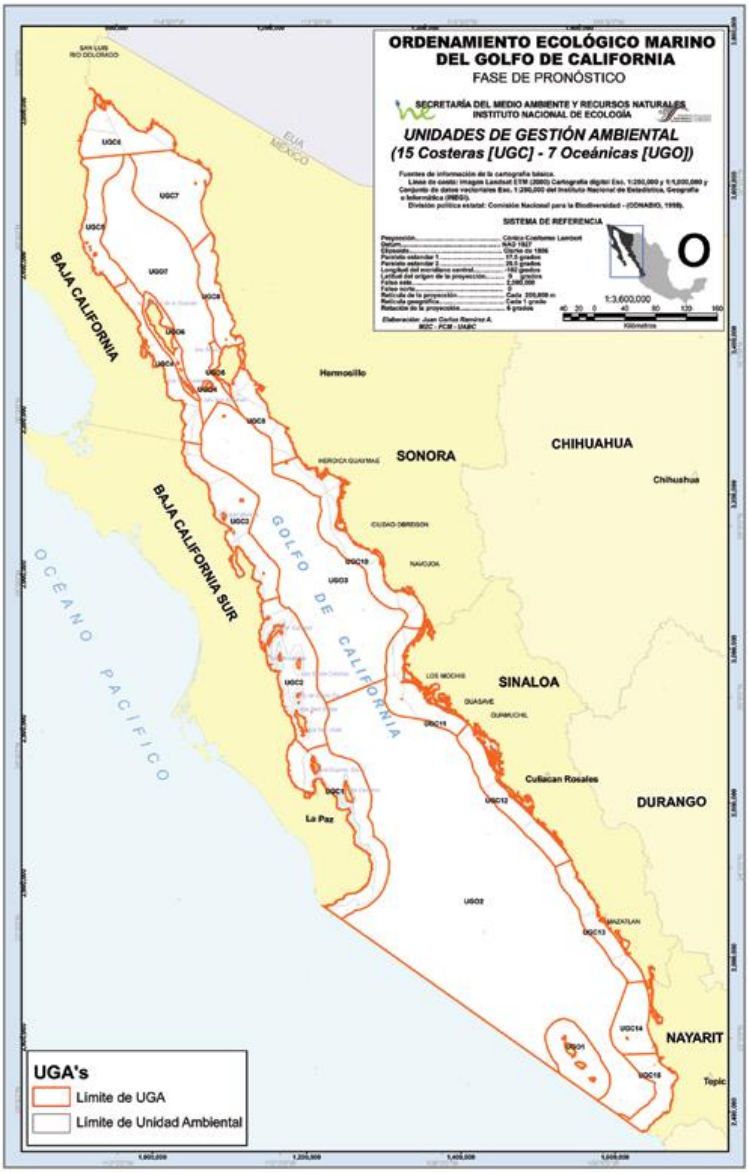


Figura III. 6. Mapa de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), donde se ubican 15 unidades de gestión ambiental costeras y siete unidades de gestión ambiental oceánicas

Los atributos ambientales que determinaron los niveles de niveles de aptitud para esta unidad, se resumen de la siguiente manera:

- Alta biodiversidad.
- Zonas de distribución de aves marinas .
- Zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las cuales se encuentra la tortuga prieta, la totoaba, el tiburón peregrino, el tiburón ballena, el tiburón blanco y la ballena azul.
- Áreas naturales protegidas: zona de influencia de la Isla Tiburón, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.

Los lineamientos ecológicos definidos para esta UGC enmarcan que las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. En esta unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio y alto en la parte sur, así como por un nivel de presión marina alto, (Figura III.7.).

Figura III. 7. Mapa de UGC 9 (Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006).

Los resultados de los análisis de aptitud para los cuatro sectores evaluados en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, muestran que las zonas costeras del Golfo de California presentan aptitudes altas para todos los sectores, Tabla III.1

Tabla III. 1. Sectores con aptitud dominante para la UGC 9.

Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud (ver detalles en anexo 2)
Pesca ribereña (aptitud alta)	- zonas de pesca de camarón, de escama y de calamar y en menor proporción de jaiba
Pesca industrial (aptitud alta)	- zonas de pesca de camarón, de corvina, de pelágicos menores y de calamar
Turismo (aptitud alta)	- zonas de distribución de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas - puertos naturales - áreas naturales protegidas: zona de influencia de la Isla Tiburón, que forma parte del Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California

La característica principal y razón por la cual estas zonas resultaron tener gran aptitud para estos sectores, es debido a, que el sistema en cuestión presenta una alta productividad biológica y características naturales de importancia tanto para su aprovechamiento así como atributos especiales a nivel nacional e internacional para su conservación, (Tabla III.2).

Tabla III. 2. Atributos naturales mas relevantes de la UGC 9.

Atributos naturales relevantes
- alta biodiversidad - zonas de distribución de aves marinas - zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las que se encuentran la tortuga prieta, la totoaba, el tiburón peregrino, el tiburón ballena, el tiburón blanco y la ballena azul - áreas naturales protegidas: zona de influencia de la Isla Tiburón, que forma parte del Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California

Las interacciones entre los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y Conservación resultaron tener mayor aptitud para las zonas costeras de los estados de Sonora, donde se localia la UGC 9, (Tabla III.3).

Tabla III. 3. Interacciones predominantes entre sectores de la UGC 9

Sectores	Interacciones predominantes
Pesca industrial y Pesca ribereña	- uso de las mismas especies y/o espacios, particularmente en la pesquería del camarón y captura incidental de especies objetivo de la pesca ribereña por parte de la flota industrial
Pesca industrial y Conservación	- impacto de la pesca de arrastre sobre el fondo marino y por la captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre - zona de pesca de pelágicos menores, recurso considerado como estratégico por el sector Conservación en la distribución de mamíferos marinos. Sinergia potencial si se acuerdan medidas de manejo concertadas.
Pesca ribereña y Conservación	- captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre - uso de las islas para el establecimiento de campamento temporales, generando problemas de contaminación, introducción de especies exóticas y perturbación de la flora y fauna en general

En el contexto regional, se considera que esta Unidad tienen un nivel de presión terrestre de bajo a medio, que esta asociado principalmente a las actividades agrícolas y acuícolas (principalmente al cultivo de camarón en estanquera) que se concetra en la parte central de la unidad. Sin embargo, presenta un nivel de vulnerabilidad alto, con fragilidad alta y nivel de presión general alto.

El lineamiento ecológico que se establece para esta unidad es que las actividades productivas que se lleven a cabo deberán desarrollarse de acuerdo a las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, particularmente las de los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y conservación que presenten interacciones altas. En esta Unidad se deberá dar énfasis especial en un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias

de presión alta, la cual esta dada principalmente por un nivel de presión terrestre de bajo a medio y por un nivel de presión marina alto.

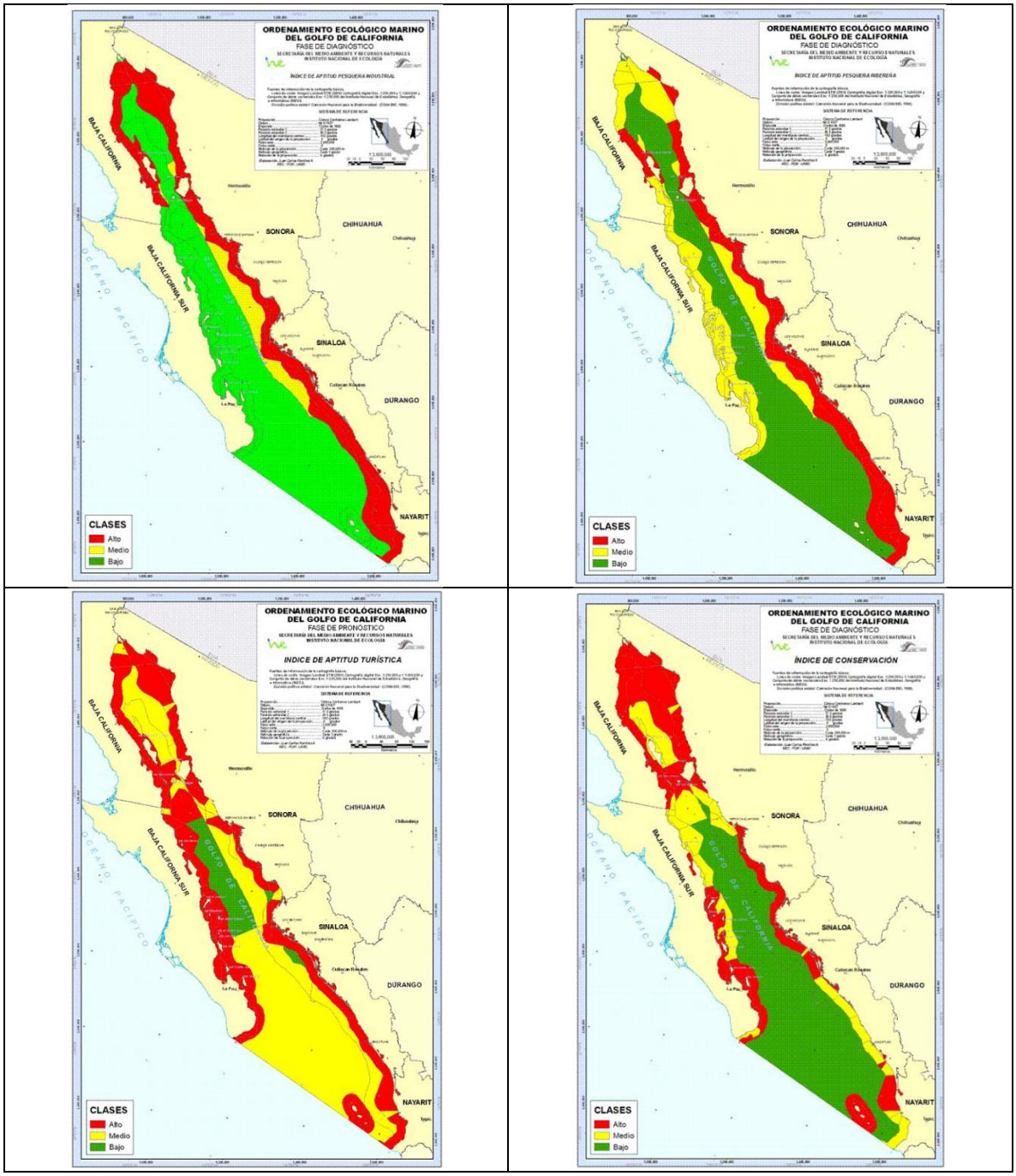


Figura III. 8. Índice de Aptitud Pesca Industrial, Pesca Ribereña, Turismo y Conservación ((Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006)

La UGC 9, queda integrada por 8 unidades ambientales, mismas que se desglosan en la tabla III.4, a través de los cuales se determina la aptitud sectorial y la interacción entre dichos sectores se presentan en la tabla III.5. El proyecto queda dentro de la UA 2.3.3.17.2.1.

Tabla Tabla III. 4. Lista de las unidades ambientales que conforman la UGC 9 y su aptitud sectorial.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo (IATUR)		Pesca Industrial (IAPIN)		Pesca Ribereña (IAPER)		Conservación (ICON)	
2.2.3.14.2.1	20.9	0.131	Medio	0.993	Alto	0.889	Alto	0.43	Medio
2.3.3.17.2.8	1.9	0.868	Alto	0.998	Alto	0.918	Alto	0.997	Alto
2.2.3.14.2.5	8.9	0.091	Medio	0.955	Alto	0.889	Alto	0.25	Medio
2.3.3.13.5.2	4.7	0.183	Alto	0.988	Alto	0.778	Alto	0.921	Alto
2.3.3.13.2.1	10.7	0.198	Alto	0.988	Alto	0.778	Alto	0.747	Alto
2.3.3.17.2.1	14.6	0.172	Alto	0.997	Alto	0.872	Alto	0.592	Alto
2.3.3.13.2.4	2.2	0.169	Alto	0.988	Alto	0.778	Alto	0.538	Alto
2.2.3.17.2.1	34.9	0.172	Alto	0.986	Alto	0.886	Alto	0.467	Medio
2.2.3.13.2.4	1.4	0.678	Alto	0.969	Alto	0.778	Alto	0.456	Medio

Tabla III. 5. Niveles de interacción sectorial de la Unidad UGC 9.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo - Pesca Industrial		Turismo - Pesca Ribereña		Turismo - Conservación		Pesca Industrial- Conservación		Pesca Ribereña - Conservación		Pesca Ribereña - Pesca Industrial	
2.2.3.14.2.1	20.9	0.591	Medio	0.614	Medio	0.301	Bajo	0.704	Alto	0.655	Medio	0.975	Alto
2.3.3.17.2.8	1.9	1	Alto	0.94	Alto	1	Alto	1	Alto	1	Alto	0.993	Alto
2.2.3.14.2.5	8.9	0.549	Medio	0.597	Medio	0.183	Bajo	0.592	Medio	0.55	Medio	0.955	Alto
2.3.3.13.5.2	4.7	0.618	Medio	0.56	Medio	0.592	Medio	0.956	Alto	0.875	Alto	0.914	Alto
2.3.3.13.2.1	10.7	0.626	Medio	0.566	Medio	0.507	Medio	0.866	Alto	0.774	Alto	0.914	Alto
2.3.3.17.2.1	14.6	0.617	Medio	0.62	Medio	0.41	Medio	0.79	Alto	0.738	Alto	0.968	Alto
2.3.3.13.2.4	2.2	0.61	Medio	0.554	Medio	0.379	Medio	0.758	Alto	0.653	Medio	0.914	Alto
2.2.3.17.2.1	34.9	0.611	Medio	0.629	Medio	0.343	Medio	0.72	Alto	0.674	Alto	0.971	Alto
2.2.3.13.2.4	1.4	0.88	Alto	0.766	Alto	0.608	Medio	0.706	Alto	0.605	Medio	0.904	Alto

Tabla III. 6. Los niveles de interacción total en la UGC 9.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Interacción Total	
2.2.3.14.2.1	20.9	0.622	Medio
2.3.3.17.2.8	1.9	1	Alto
2.2.3.14.2.5	8.9	0.55	Medio
2.3.3.13.5.2	4.7	0.743	Alto
2.3.3.13.2.1	10.7	0.698	Alto
2.3.3.17.2.1	14.6	0.676	Alto
2.3.3.13.2.4	2.2	0.631	Medio
2.2.3.17.2.1	34.9	0.642	Medio
2.2.3.13.2.4	1.4	0.746	Alto

Tabla III. 7. Niveles de índices de presión, fragilidad y vulnerabilidad en la UGC 9.

CLAVE_UA	Presión	Fragilidad	Vulnerabilidad	
2.2.3.14.2.1	Medio	Medio	0.56	Medio
2.3.3.17.2.8	Alto	Alto	**0.87**	Alto
2.2.3.14.2.5	Medio	Medio	0.51	Medio
2.3.3.13.5.2	Medio	Alto	0.62	Medio
2.3.3.13.2.1	Medio	Alto	0.58	Medio
2.3.3.17.2.1	Medio	Alto	0.62	Medio
2.3.3.13.2.4	Medio	Alto	0.53	Medio

Tabla III. 8. Niveles de presión y fragilidad promedio y prioridad a nivel del Golfo de California.

Fragilidad Promedio por UGA	Fragilidad Promedio Normalizada	Clases de Fragilidad	Presión Promedio por UGA	Presión Promedio Normalizada	Clases de Presión	Prioridad a nivel general del Golfo de California
0.6	0.79	Muy Alto	0.56	0.68	Alto	Prioridad 2

Tabla III. 9. Niveles de presión y fragilidad promedio y prioridad estatal.

Fragilidad UGA	Fragilidad (normalizado)	Clases de la fragilidad	Presión UGA	Presión (normalizado)	Clases de la presión	Prioridad a nivel estatal
0.60	0.22	Bajo	0.56	0.68	Alto	Prioridad 2 a nivel estatal en Sonora

Así mismo, se identificaron UGA´s prioritarias a través de un análisis de vulnerabilidad. Las unidades que resultaron con mayor nivel de presión fueron las encontradas en las zonas costeras del sur de Sonora, Sinaloa y Nayarit, principalmente por el alto desarrollo de actividades acuícolas, desarrollo urbano y actividad pesquera.

De forma complementaria a este análisis de presión de las unidades, el análisis de fragilidad nos permite identificar a nivel regional las zonas que son críticas para su conservación por el tipo de especies, tipo de ecosistemas, así como los bienes y servicios ambientales que prestan.

Identifican tres grandes regiones con estas características:

- Alto Golfo de California y región de las Grandes Islas.
- Región costera Los Cabos – Bahía Concepción.
- Región costera Norte de Sinaloa – Sur de Sonora.

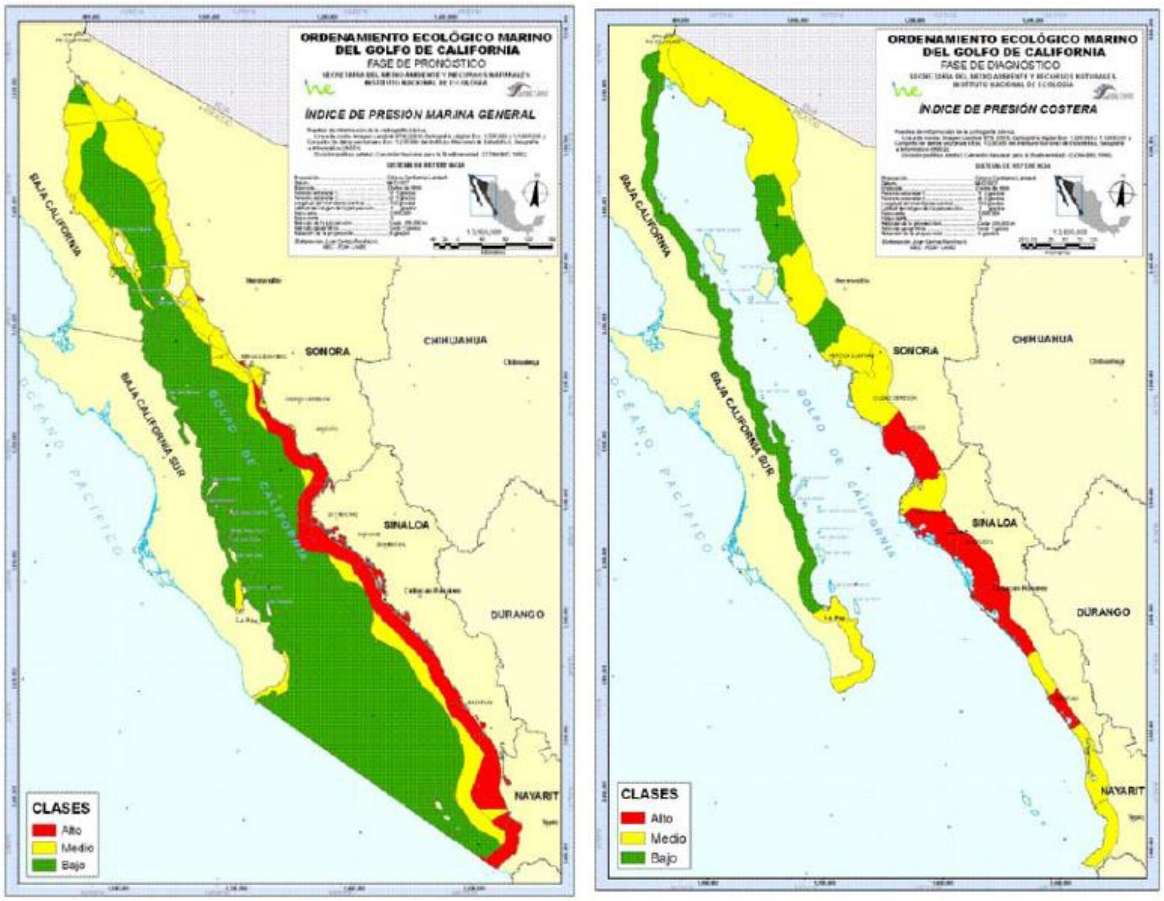


Figura III. 9. Índice de presión marina e índice de presión costera por unidad de influencia terrestre. (Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006).

A partir del análisis de vulnerabilidad se identificaron cuatro Unidades de Gestión costeras de mayor prioridad a nivel regional:

- UGC 10. Guaymas – Sonora Sur.
- UGC 11. Sinaloa Norte.
- UGC 12. Sinaloa Centro – Culiacán.
- UGC 14. Nayarit Norte.

Así como las unidades de gestión ambiental de mayor prioridad para cada Estado:

- Baja California Sur:	UGC1 Los Cabos – La Paz.
- Baja California.	UGC5 San Luis Gonzaga – San Felipe Sur y UGC6 Reserva del Alto Golfo
- Sonora.	UGC6 Reserva del Alto Golfo; UGC8 Puerto Libertad – Tiburón Norte y UGC10 Guaymas – Sonora Sur.
- Sinaloa.	UGC11 Sinaloa Norte y UGC12 Sinaloa Centro – Culiacán.
- Nayarit.	UGC14 Nayarit Norte.

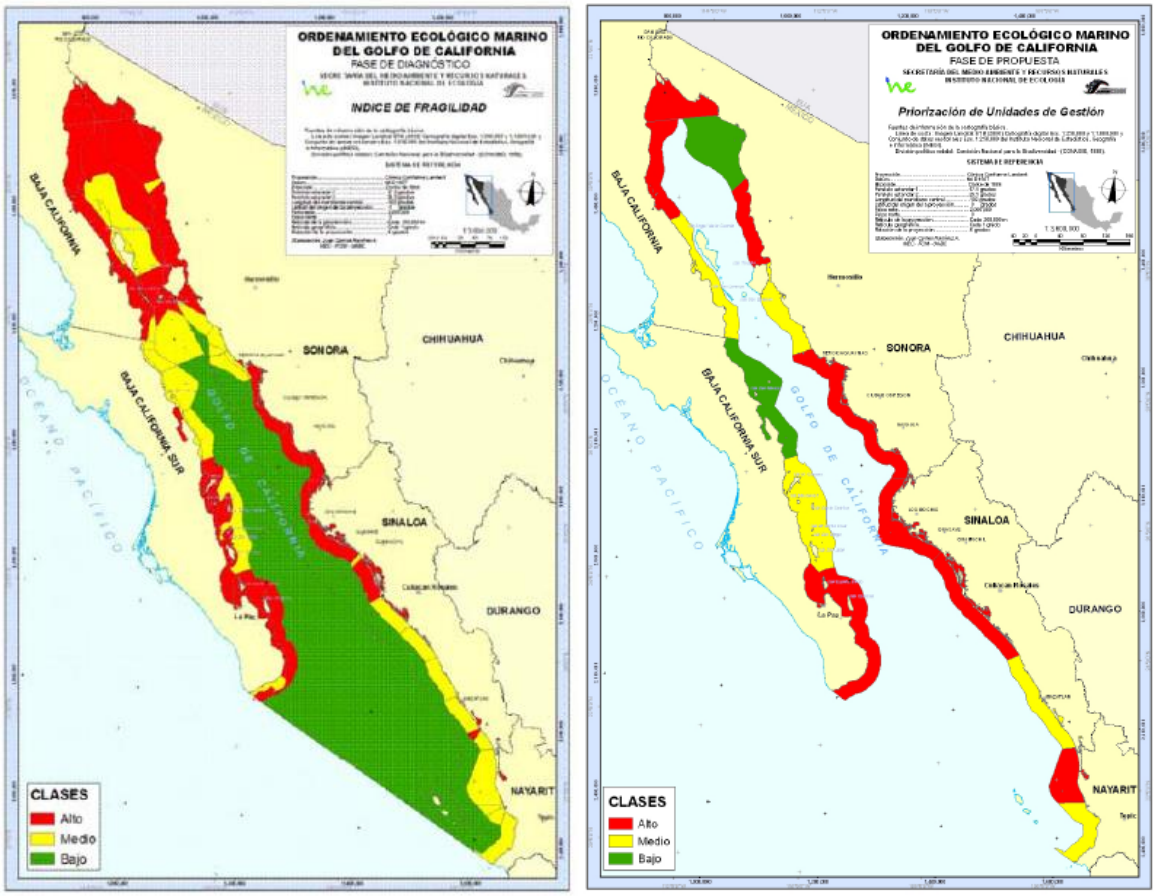


Figura III. 10. Índice de fragilidad y mapa de zonas de interés prioritario a nivel estatal. (Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006).

De acuerdo a los lineamientos ecológicos, las actividades productivas que se llevan a cabo en esta Unidad de Gestión, deben desarrollarse de acuerdo a las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, que permitan revertir las tendencias de presión alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre de bajo a medio y por un nivel de presión marino alto.

De este modo, nuestro proyecto se vincula con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, al considerar y seguir sus lineamientos ecológicos dado que las acciones a desarrollar serán muy puntuales y será considerada de manera muy determinante la interacción que pudiera tener la obra con la realización de las acciones de pesca ribereña por la posibilidad de limitar la navegación en el sitio, aunque desde el punto de vista biológico la obra pudiera tener una funcionalidad que asemeje un arrecife artificial y pusiera ser un atrayente de fauna y convertirse en una zona de pesca.

El proyecto se vincula a la unidad de gestión ambiental costera UGC9 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, denominada Canal del Infiernillo-La Colorada, particularmente en la zona identificada con clave 2.3.3.17.2.8, que presenta

una aptitud sectorial de turismo alto y de conservación alto; además, representa la segunda zona dentro la unidad de gestión ambiental costera UGC9 con menor cobertura (1.9%), con un nivel de presión, fragilidad y vulnerabilidad alto. La unidad de gestión ambiental costera UGC9 se considera con prioridad 2, tanto a nivel general del Golfo de California y a nivel estatal.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California cuando coinciden aptitudes altas para dos o más sectores, representan áreas potenciales de conflictos por la competencia en el uso de un recurso o porque la forma en que se desarrolla la actividad de un sector afecta directa o indirectamente los recursos que el otro utiliza, sin embargo la posibilidad de lograr una convergencia entre una obra de infraestructura y la actividad pesquera pudiera ser hasta benéfico. Sin embargo, se tendrá que tener una señalización adecuada para la navegación.

Por lo que se considera hablar con los pescadores para que en lugar de que se constituya la obra en una amenaza para la actividad de pesca ribereña, se convierta en una fortaleza que sea un atrayente de peces y pudiera porque no convertirse también en un atractivo turístico, para la realización de actividades de buceo.

De este modo, consideramos que nuestro proyecto no interfiere afectando los atributos naturales que determinan la aptitud sectorial de esta zona y que la presión que se pudiera tener sobre el ambiente marino es mínima.

III.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa del Estado de Sonora.

El Proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Costa de Sonora es el "*conjunto de procedimientos para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación de los programas de ordenamiento ecológico*", y la finalidad es analizar y concertar acciones entre los diferentes sectores que muestran interés en la región.

La zona litoral del Estado de Sonora se puede considerar como un área que tiene un alto potencial de desarrollo económico. Este potencial económico está basado en los recursos naturales marinos y costeros del Golfo de California, que es reconocido por varias autoridades a nivel mundial como una ecorregión prioritaria global por su biodiversidad, tanto marina (Olson y Dinerstein, 1998) como terrestre (Dinerstein y col., 1995).

Lo anterior resalta la importancia de una buena planeación de la ocupación del suelo. En este sentido, el Ordenamiento Ecológico es una alternativa para planear el desarrollo sustentable de la región costera de Sonora. El ordenamiento ecológico es un instrumento que establece la Legislación Ambiental Mexicana para planificar y programar el uso del suelo y las actividades productivas, así como la ordenación de los asentamientos humanos y el desarrollo de la sociedad en congruencia con la vocación natural del suelo, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección de la calidad del ambiente.

En este proceso de ordenamiento se propusieron diferentes políticas ambientales, bajos las cuales se establecen los diferentes intensidades y usos de suelos a lo largo de la costa del estado.

El Área de Ordenamiento Ecológico (AOE), la Costa de Sonora, fue definida como la superficie terrestre en una distancia paralela a la línea de costa de 15 km, considerando que esta distancia cubre la máxima influencia de la zona marina sobre la zona terrestre con base a la salinización del suelo provocada por la amplitud de mareas, verificada con mapas de salinidad del suelo y distribución de vegetación halófila.

Las políticas de ordenamiento territorial son: aprovechamiento, conservación y protección. De acuerdo con el programa, la política de ordenamiento territorial aplicable en el área terrestre contigua al sitio del proyecto es de Aprovechamiento; permitiendo en la zona el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, en forma tal que los aprovechamientos sean eficientes y adecuados, socialmente útiles y que no impacten de forman negativa al medio ambiente.

Las políticas ambientales son las siguientes:

- Aprovechamiento Sustentable. Esta se asigna a aquellas áreas que por sus características son aptas para un uso o actividad económica, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente el ambiente. Incluye las áreas con uso del suelo actual.

- Protección (o preservación). Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. Se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. Esta política implica un uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. Quedan prohibidas actividades productivas o humanos no controlados.

- Conservación. Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieran con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.
- Restauración. Aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental en las cuales es necesaria la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales.

Para una amplia zona de la parte central de la costa de central de Sonora donde se incluye el sitio del proyecto, el Programa de Ordenamiento propone una combinación de aprovechamiento, conservación, protección y restauración.

Específicamente en área aledaña donde se localiza el sitio del proyecto se tienen contemplados usos muy definidos de Aprovechamiento, en la mayor parte de la zona

aledaña a la laguna La Cruz y en la parte interna del cuerpo de agua se asigna un uso de Protección, (Figura III.11).

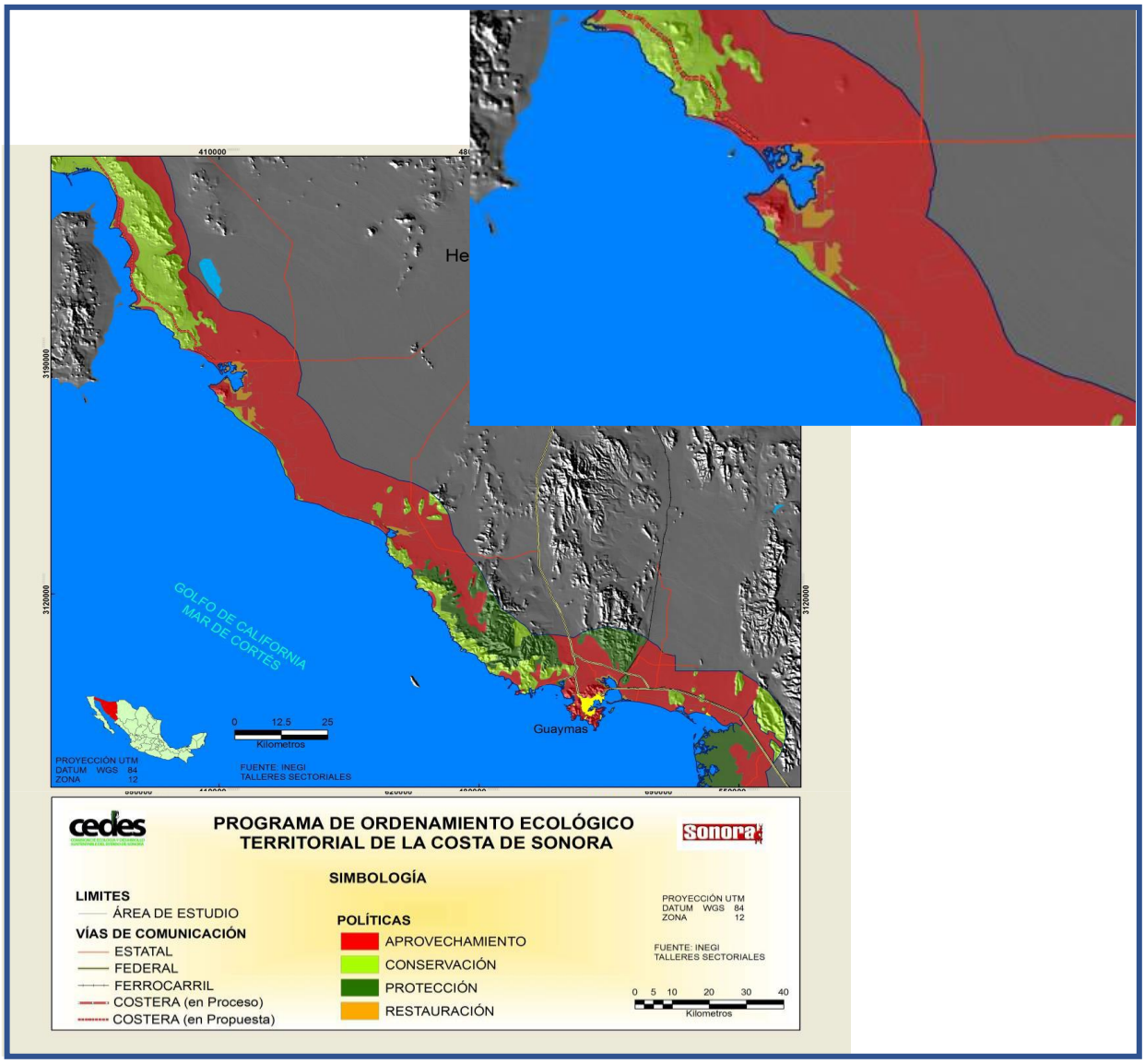


Figura III. 11. Políticas de usos se suelo establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la costa del Estado de Sonora (Tomado del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa del Estado de Sonora, 2008).

Los criterios generales que fueron establecidos en este programa:

Las zonas de aplicación a programas de desarrollo urbano, se sujetaran a lo previsto en el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Costa del Estado de Sonora y su planes específicos deberán ser compatibles con el mismo.

- ✓ La zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar se determinará de acuerdo a lo establecido en el titulo cuarto de la ley de bienes nacionales y en el reglamento de dicha ley.

- ✓ En la construcción de instalaciones de infraestructura turística, urbana y de servicios, se deberá considerar la erosión y la alta probabilidad de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos en la región; para su previsión, mantenimiento y resistencia de la infraestructura.

- ✓ En el diseño y construcción de las instalaciones e infraestructura turística, urbana y de comunicaciones deberán contemplar necesariamente programas de contingencia, especialmente en el caso de fenómenos como huracanes, vientos e inundaciones.

El proyecto es compatible con lo establecido en el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Costa del Estado de Sonora, dado que contemplara todas las disposiciones establecidas en este instrumento.

III.3. Planes de Desarrollo

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo busca establecer y orientar todo el trabajo que realizarán las y los servidores públicos los próximos seis años, para lograr el desarrollo del país y el bienestar de las y los mexicanos. Con la visión de transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todas y todos.

Para poder lograr el objetivo de este plan, se establecen 3 ejes generales y 3 transversales sobre los cuales trabajar:

Ejes Generales:

- Justicia y Estado de Derecho
- Bienestar y
- Desarrollo Económico

Ejes transversales:

- Igualdad de género, no discriminación e inclusión
- Combate a la corrupción y mejora a la gestión pública
- Territorio y Desarrollo sostenible

Donde el tercer eje transversal “Territorio y Desarrollo Sostenible”, reconoce que toda acción que se toma en el presente incide en las capacidades de las generaciones futuras y de que toda política pública actúa en un espacio con características particulares.

Eje transversal 3.1 La implementación de la política pública o normativa deberá incorporar una valoración respecto a la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Eje transversal 3.3 En los casos que resulte aplicable, la determinación de las opciones de política pública deberá favorecer el uso de tecnologías bajas en carbono y fuentes de generación de energía renovable; la reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera, el suelo y el agua, así como la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

El Eje general "Desarrollo Económico", tiene como objetivo incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible a lo largo de todo el territorio.

III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021

La columna vertebral del Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016-2021 la constituyen los *Ejes estratégicos*, que destacan los grandes propósitos del desarrollo del Nuevo Sonora y orientan el quehacer conjunto de la sociedad y el gobierno.

Los *Ejes Estratégicos* establecen acciones transversales que comprenden los ámbitos económico, social, cultural, político, ambiental, de administración pública, de gobierno, de participación ciudadana, y que componen un proyecto integral en virtud del cual cada acción contribuye a sustentar las condiciones bajo las cuales se logran los objetivos estatales.

Algunas de las políticas establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo compatibles con el sector medio ambiental se reflejan en el segundo eje estratégico:

II. Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable
"Contar con una infraestructura física y tecnológica capaz de impulsar las ventajas competitivas dinámicas de la entidad que se derivan de la sociedad del conocimiento y con ello mejorar la calidad de vida en las regiones"

En relación a este punto y conforme a lo señalado en el eje estratégico 2 y específicamente a las estrategias 1.2, 1.3 y 2.1 Que señalan lo siguiente:

Estrategia 1.2 Proporcionar un uso mas eficiente del suelo, basado en las características y potencialidades.
Estrategia 1.3 Generar bienestar social y competitividad económica congruente con la vocación de las localidades urbanas y rurales, respetando al medio ambiente.

Estrategia 2.1 Impulsar la competitividad económica de acuerdo con la vocación de cada región, respetando el medio ambiente.

III.3.3. Plan de Desarrollo del Municipio de Hermosillo 2018-2021

Este plan propone entre sus principales ejes rectores:

Eje 4. Infraestructura para la sostenibilidad

El acceso a bienes públicos y servicios básicos de calidad en el municipio se enfrenta al reto de crecer y generar oportunidades de empleo en un entorno favorable a los negocios; sin embargo, ese crecimiento deberá estar condicionado al cuidado y uso racional de los recursos y la reducción de la exclusión. Proponemos un conjunto de proyectos de inversión pública, orientados a garantizar una prosperidad sostenible, que facilite la inversión privada generadora de empleos bien remunerados, con un crecimiento urbano ordenado, incluyente y en armonía con el entorno. Hay que planear el desarrollo urbano e invertir en vialidades que faciliten la movilidad de las personas, mejore la distribución del agua potable y se atiendan los rezagos de la pavimentación, el drenaje y el saneamiento. También hay que normalizar la prestación de los servicios públicos municipales y luego mejorarlos.

III.4 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias

III.4.1. Áreas Naturales Protegidas

Según el marco legislativo aplicable, el sitio en estudio queda fuera de Áreas Naturales Protegidas, sin embargo, el área Natural Protegida de carácter federal más cercana al sitio de estudio es la Isla Tiburón, que se localiza aproximadamente a 30 Km y que pertenece al sistema de ANP Islas del Golfo de California, (Figura III.2 y III.3). Por otro lado al sur del proyecto se encuentra la Reserva El Cajón del Diablo y Cañon de Nacapule con categoría de Protección de Flora y Fauna.

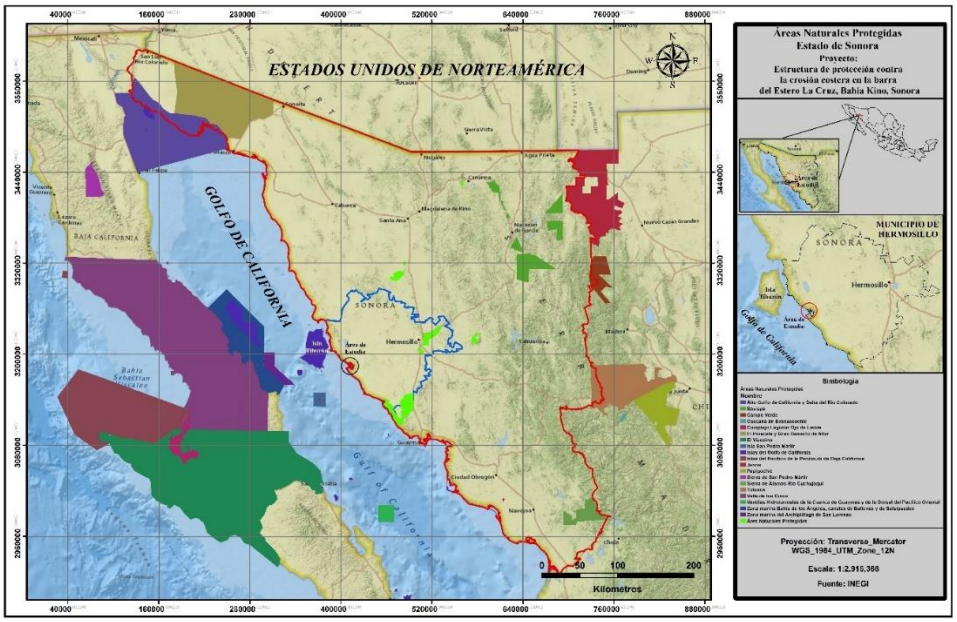


Figura III. 12. Areas Naturales Protegidas en el Estado de Sonora.

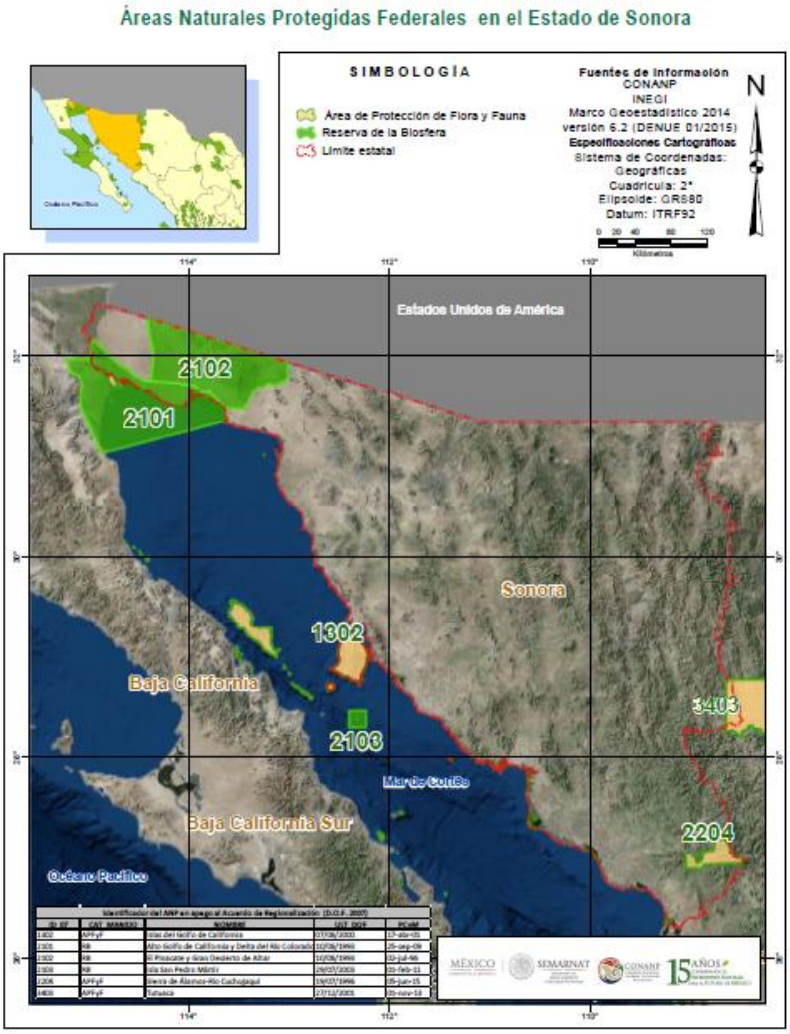


Figura III. 13. Areas Naturales Protegidas Federales en el Estado de Sonora.

III.4.2. Regiones y Áreas Prioritarias

Aún y cuando las definiciones de las regiones prioritarias de conservación establecidas por la CONABIO, no son disposiciones jurídicas que reúnan las formalidades de instrumentos de política ambiental, bajo el esquema normativo de estricto cumplimiento, es muy importante que en la definición de los proyectos de inversión, que requieren de previa autorización en materia de impacto ambiental, se consideren los aspectos ambientales relevantes que enmarcan las definiciones de cada región delimitada en el país, buscando garantizar la integración de los componentes ambientales relevantes o críticos, de cada región de importancia ecológica en la planeación y desarrollo de los proyectos, que por su naturaleza podrían causar impacto ambientales significativos.

Con respecto a las Áreas Prioritarias, el sitio del proyecto se encuentra escasamente fuera del polígono que delimita la parte marina del área de importancia para la conservación de las aves (AICA), Estero La Cruz (Figura III. 14), aunque muy cerca de los límites. Por ello, aunque no se encuentra dentro del área del polígono, se consideraran los aspectos

fundamentales que para fines de conservación propone este instrumento. Por otro lado, se localiza también a 3 Km del sitio del proyecto, la AICA Isla Alcatraz se encuentra dentro de la Bahía de Kino

III.4.2.1. Areas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

AICA. Estero La Cruz. (Figura III.14).

Descripción.
El Estero Santa Cruz (La Cruz), es un estero negativo de 3,622 hectáreas localizado en las coordenadas geográficas 28°48'N 111°54'W sobre la costa este del Golfo de California, justo al sur del pueblo pesquero de Bahía de Kino (de una población de 5,000 habitantes). Su boca es de 1.1km de ancho y está dirigida hacia el oeste-suroeste en Bahía de Kino. La laguna que se forma tiene en promedio ~1m de profundidad y el canal principal en la boca tienen una profundidad mayor a 5 m. En el estero se presentan mareas mezcladas diurnas y semi-diurnas con una amplitud de 1m (Valdez-Holguín, 1994).

Vegetación
Existe una variedad de hábitats los cuales incluyen extensas planicies lodosas y arenosas inundadas por mareas (Grijalva-Chon et al., 1996), manglares (*Avicennia germinans* y en menos extensión *Rhizophora mangle*) y una pequeña porción o "isla" de vegetación desértica sonorense (*Pachycereus pringlei*, *Cylindropuntia spp*., *Lycium spp*.). También existen marismas que están cubiertas con *Allenrolfea, Salicornia spp*., *Frankenia palmeri*, Sporobolus virginicus y Distichlis palmeri y

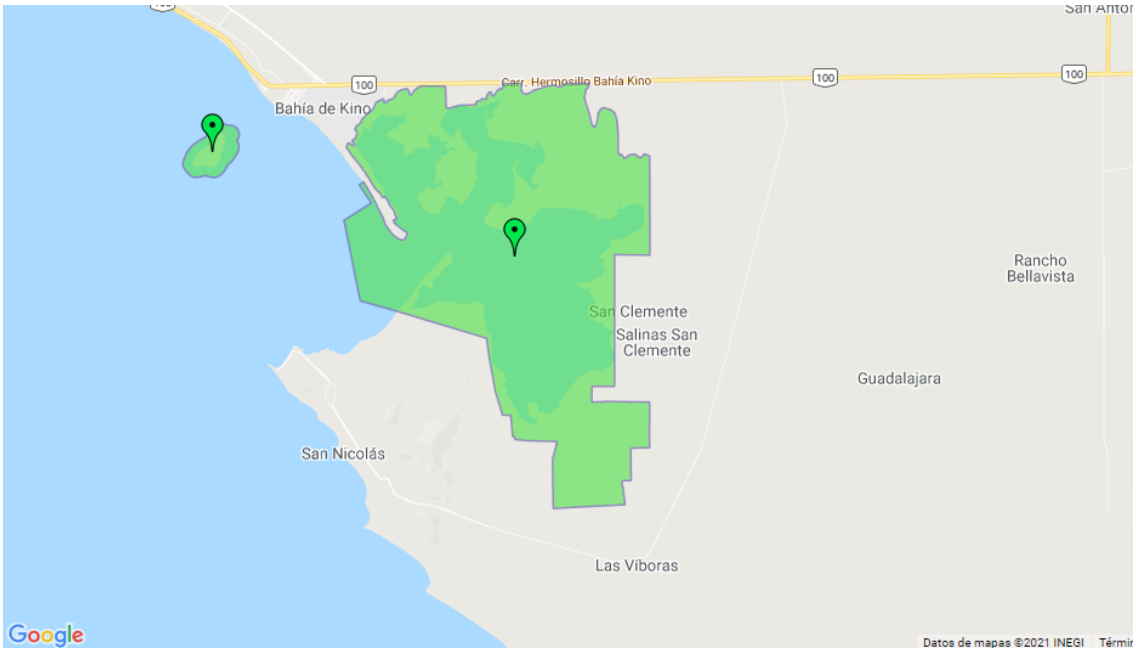


Figura III. 14. Localización del polígono que se considera como AICA Estero La Cruz.

Tabla III. 10. Características de la AICA Estero La Cruz

Especies:152	Categoría Birdlife 2007 A1, A3, A4i
Superficie: 6135.5 Km2	
Categoría 1999…. sin categoría	

AICA, Isla Alcatraz. (Figura III.15)

Descripción.
Isla Alcatraz es una pequeña isla (59.5 hectáreas) localizada a 1.4 Km. de la costa dentro de Bahía de Kino en el Golfo de California. Bahía de Kino está localizada en la costa de Sonora y es una bahía arenosa poco profunda. Este AICA cubre la isla y el agua alrededor hasta 250 metros de la orilla. Cuatro kilómetros al sureste de la Isla Alcatraz se encuentra un gran estero de mangle, Estero Santa Cruz (>36 km2) con extensas planicies lodosas que proveen hábitat para cientos de especies de peces e invertebrados que a cambio proporcionan abundante alimento a más de 177 especies de aves (Fleischner y Riegner, 1993; Fleischner y Gates, 2009).

Vegetación.
Matorral desértico, vegetación halófila, playa arenosa y cantos rodados, acantilados costeros.

Tabla III. 11. Características de la AICA Isla Alcatraz

Especies:85	Categoría Birdlife 2007 A1, A3, A4i
Superficie: 166.47 Km2	
Categoría 1999…. sin categoría	

III.4.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Además, se analizó la localización del sitio del proyecto con respecto a la propuesta de CONABIO de Regiones Prioritarias Terrestre identificando 2 principalmente. El área de la Sierra Seri a 10 km y EL Cajón del Diablo a 80 km, (Figura III. 15).

RTP 17. Sierra Seri.

Características Generales:

La sierra Seri (17), pertenece a la provincia florística de la planicie costera del noroeste, que abarca las costas de los estados de Sonora, Sinaloa y una fracción de Baja California. Esta sierra granítica es baja en su mayor parte, aunque tiene un gran desnivel desde la línea de costa hasta elevaciones de más de 1,000 msnm. Incluye varios biomas con representación muy importante del desierto sonorense (costa central del Golfo California) matorrales, vegetación costera y ambientes marinos asociados. En las partes bajas cerca del mar, hay evidencia de antiguas líneas de costa y dunas fósiles con abundantes restos de organismos marinos. Al extremo norte hay varios paleodeltas con gravas de granitos en

forma esferoidal. La región tiene una bajísima precipitación y altas temperaturas veraniegas. Los tipos de vegetación mayormente representados son el matorral sarcocaule, el matorral desértico micrófilo y la vegetación halófila. Hay presencia de especies endémicas del Golfo de California, incluyendo especies como *Fouquieria columnaris* (cirio) y *Ovis canadensis* (borrego cimarrón) y se reconoce la importancia que tiene como aportadora de germoplasma a las islas cercanas, particularmente isla Tiburón.

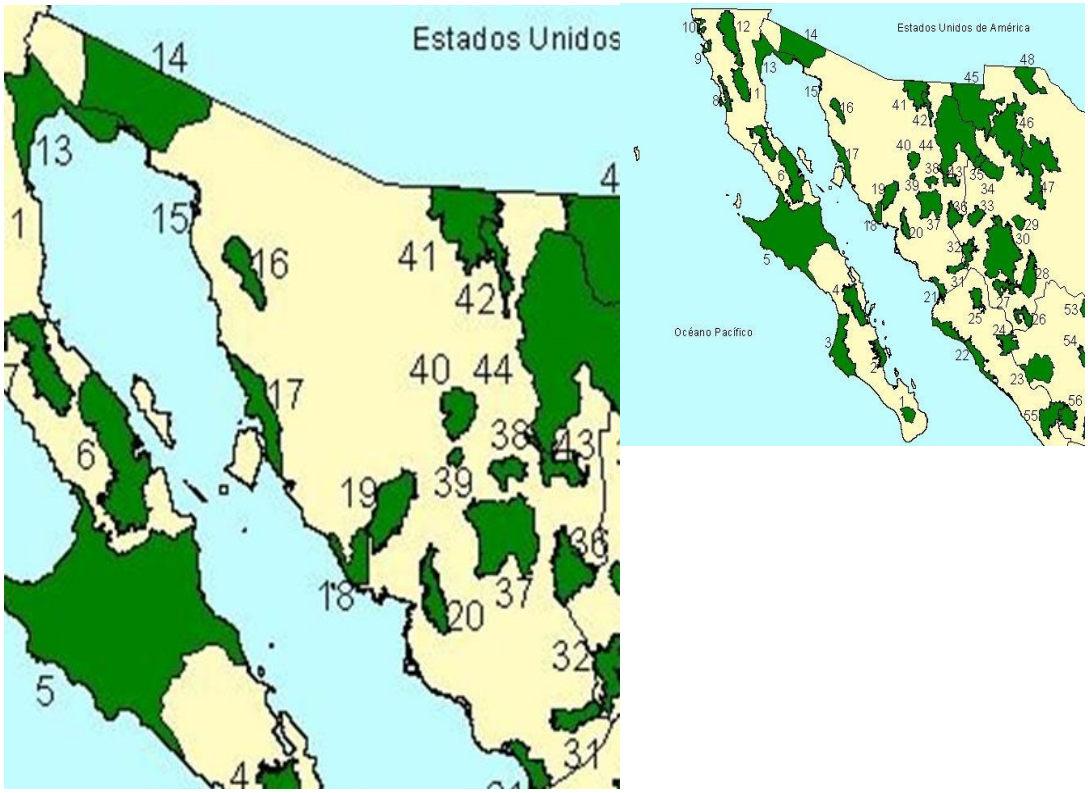


Figura III. 15. Regiones Prioritarias Terrestres propuestas por CONABIO en el noroeste de México.

RTP 18. Cajón del Diablo.

Características Generales:

Esta región corresponde, en parte, al ANP del mismo nombre, decretada en 1937. El tipo de vegetación predominante es el de matorral sarcocaule, incluso en la parte serrana, presentándose también el matorral desértico micrófilo como segundo tipo en cuanto a área de distribución. La diversidad de sus ecosistemas le confiere una gran belleza escénica y una alta diversidad específica en relación con su entorno árido. Se presentan diversos ambientes como zonas montañosas, pequeños valles y zonas ribereñas. Esta diversidad de ambientes alberga gran riqueza y diversidad de especies, muchas de ellas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, lo que convierte a la zona en un área con características únicas y de gran atractivo científico. En esta región existe una de las pocas colonias de anidación en México de la golondrina marina (*Sterna antillarum*).

III.4.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, que se pueden ver en la Figura III.16. y en la Figura III.17 se tienen las regiones hidrológicas prioritarias en Sonora.

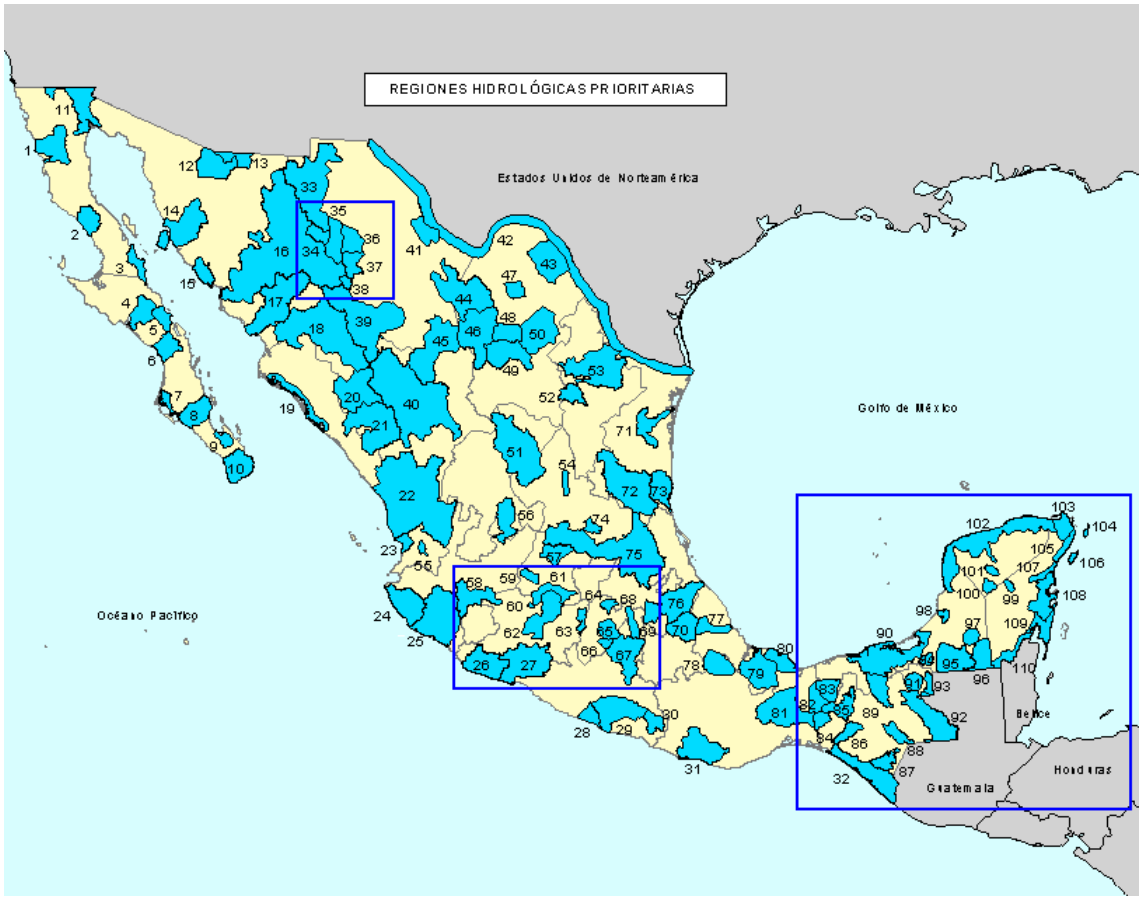


Figura III. 16. Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias en México.

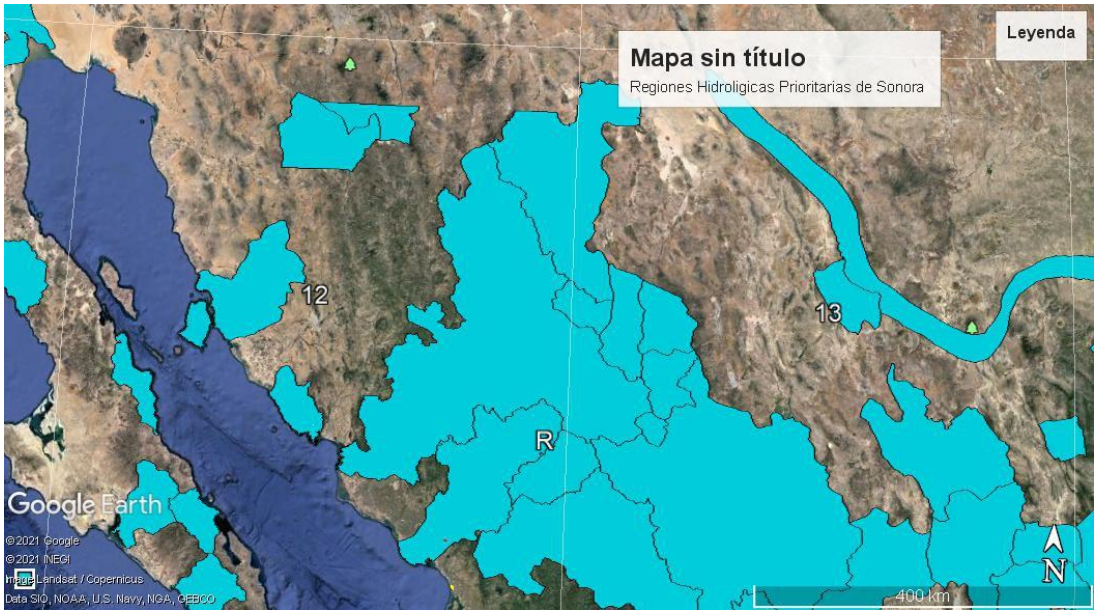


Figura III. 17 . Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) en Sonora.

El área de interés no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, dado que el sitio se encuentra en el medio marino. La RHP más cercana al sitio se localiza a 8 Km. al noroeste y corresponde a la RTP 14: Isla Tiburón-Rio Bacoachi.Adicionalmente existe otra Región Hidrológica Prioritaria al sur del área del proyecto a 80 Km., denominada RH 15 Cajón del Diablo.

RHP 14. Isla Tiburón - Río Bacoachi.

Esta región engloba una extensa área que incluye la totalidad de Bahía de Kino Nuevo. Se localiza a 4 km del sitio del proyecto y tiene una extensión de más de 10,000 km2. (Figura III.7)

Las características distintivas de esta región desde el punto de vista económico es que se desarrollan actividades de agricultura de riego, porcicultura, pesca y turismo potencial. Sin embargo se detecta una problemática asociada donde se identifica una modificación del entorno, ocasionado por el crecimiento demográfico y desarrollo turístico no controlado y los cambios de uso de suelo para agricultura. Se describe que hay una contaminación: por agroquímicos y descargas domésticas y en algunas áreas puntuales descargas de granjas porcícolas.

Se identifica también una demanda alta por el uso de los recursos naturales con la introducción de especies exóticas a la isla Tiburón, sobreexplotación pesquera. Sobreexplotación de palo fierro y mezquite para la producción de carbón y actividades cinegética no regulada.

En el tema de la Conservación, preocupa el abatimiento de acuíferos y el mal manejo del agua. Faltan conocimientos limnológicos en la región. Isla Tiburón está considerada Reserva Especial de la Biosfera desde 1963.

En cuanto a Biodiversidad, registra diversos tipos de vegetación: manglares, marismas, selva baja caducifolia, matorral sarcocaule, mezquital, matorral desértico micrófilo y halófitas. Diversidad de hábitats: lagunas, ríos, acantilados, humedales y playas

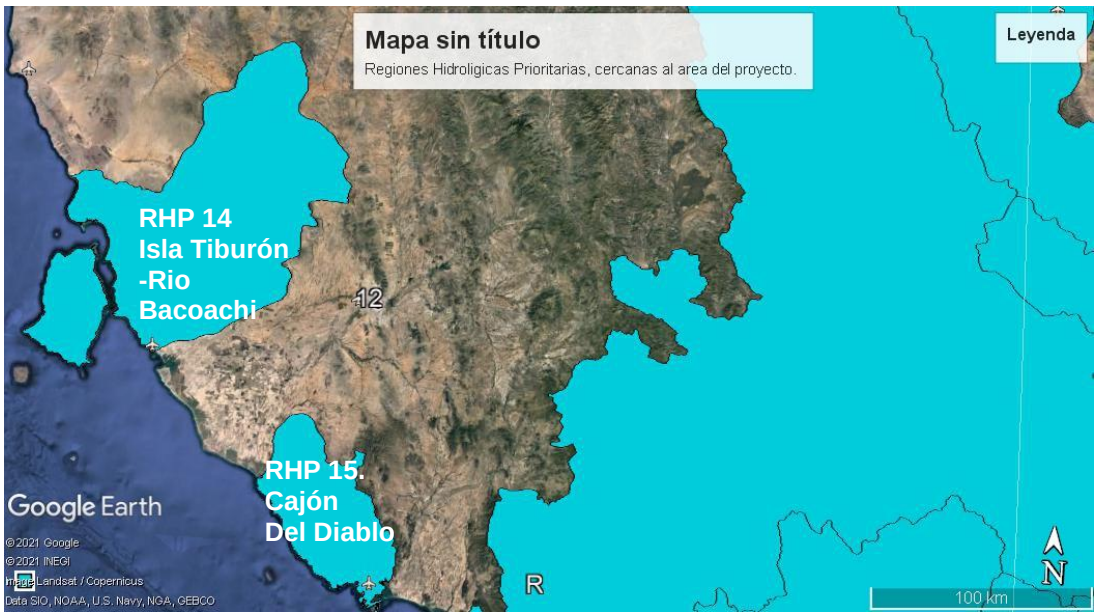


Figura III. 18. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas a la zona del Proyecto.

RHP 15 Cajón del Diablo.

Al Este del proyecto se encuentra la RHP Cajón del Diablo, con una superficie de 2,784 Km2, que inicia en los limites del Estero Tastiota y se encuentra a 60 km del sitio del proyecto, (Figura III. 7). Las principales actividades económicas que se desarrollan en esa región son: pesca ribereña o artesanal, camaronicultura, agricultura, ganadería extensiva y ecoturismo.

La problemática que se identifica en la región es:

- Modificación del entorno con actividades de sobrepastoreo, daño por embarcaciones camaroneras y por turismo.
- Contaminación por agroquímicos y descargas domésticas.
- Uso de recursos como extracción de leña, pesquerías y camaronicultura.

Presenta varios tipos de vegetación: manglares, vegetación halófila, matorral xerófilo, matorral sarcocaule (cubre un 60% del área), mezquital, matorral desértico micrófilo.

III.4.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP).

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Este Programa, por medio de talleres multidisciplinarios, reunió a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. En estos talleres, con base en la información y conocimiento compartido de los participantes, se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta biodiversidad, por la diversidad en el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

De la misma forma, se identificaron las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación. Se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

El sitio del proyecto, se encuentra en el medio marino, dentro del polígono que delimita la Region Prioritaria Marina Canal del Infiernillo, por lo que es importante con la finalidad de evaluar y determinar que posibilidades de influencia pudiera tener, dadas las características del proyecto, (Figura III.20).

RMP 15. Canal del Infiernillo. (Figura III.9)

Esta region tiene una extensión de 1532 km2 y de acuerdo al polígono el área que ocupa la obra queda dentro de dicha region. Sin embargo, los criterios bajo los cuales esta region se define no son impactados significativamente por las acciones para la construcción de la estructura de protección contra la erosión costera va a desarrollar.

Esta region se caracteriza por contar con la presencia de diversos ambientes como acantilados, playas, marismas, lagunas e islas. Tiene un grado de eutroficación baja, lo cual quiere decir que no hay descargas importantes que modifiquen la columna de agua. Se identifican diferentes ambientes marinos pelágico, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica.

Los procesos oceanográficos de surgencias están presentes y se da un proceso de mezcla por acción de las mareas, que su característica es que son semidiurna (dos mareas altas y dos mareas bajas durante el día). El oleaje es medio, sin embargo, en la zona hay presencia de turbulencias y mezcla vertical.

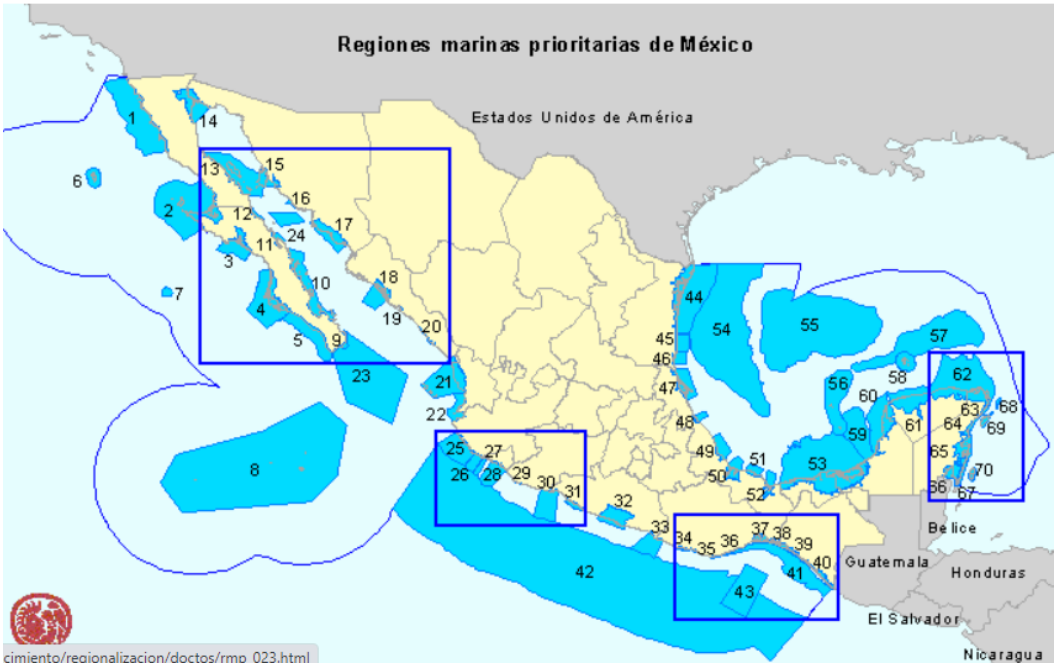


Figura III. 19. Regiones Marinas Prioritarias en México

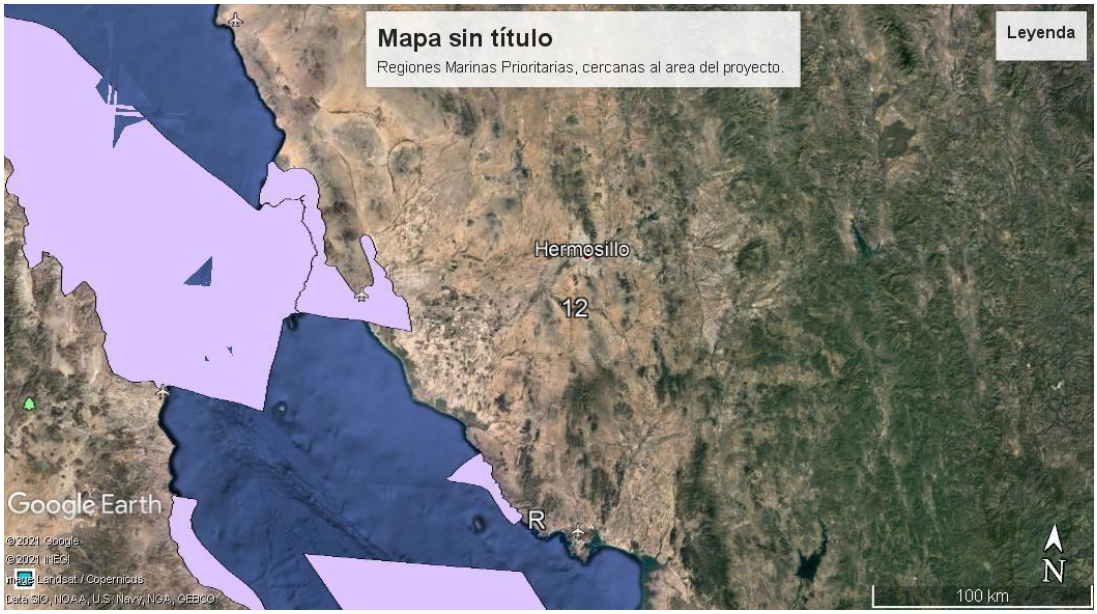


Figura III. 20. Regiones Marinas Prioritarias en la zona del proyecto.

Se tienen una biodiversidad importante, destacando moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, aves migratorias, xerófitas, halófitas y no se conocen endemismos.

RMP 16. Cajón del Diablo.

Es una region con cobertura de 294 km2. Que como ya hemos dicho en otras categorías que tienen considerada esta zona, se encuentra a mas de 60 Km del sitio del proyecto. Posee acantilados, playas, islas y ambientes pelágicos, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica, marea semidiurna, oleaje medio y eutroficación baja.

Es una zona de alta biodiversidad, ya que se tienen algunas especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, xerófitas. No se conocen endemismos y se considera una zona de reproducción y crecimiento de sardina y lobo marino y de alimentación de ballenas.

En cuanto aspectos económicos, se tienen algunas especies de importancia comercial como el camarón y se identifica como una zona pesquera de mediana importancia por la presencia de cooperativas y pesca artesanal. Se reconoce consenso en la población a favor de la conservación, ya que la zona es Reserva Especial de la Biosfera.

III.4.3. Sitios RAMSAR

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Ésta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Ésta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

En México, la Convención Ramsar fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El instrumento de adhesión de la Convención fue firmado por el Presidente Miguel de la Madrid el 23 de julio de 1985 y depositado ante el Director General de la UNESCO el 4 de julio de 1986, fecha en que se designó el primer Sitio Ramsar del país: “Humedal de Importancia Especialmente para la Conservación de Aves Acuáticas Reserva Ría Lagartos”, área que corresponde a la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos ubicada en el Estado de Yucatán.

El Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos indica que “…todos los tratados que estén de acuerdo con la misma [Constitución], celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la ley suprema de toda la Unión”. Por eso, la Convención Ramsar debe de considerarse como una ley suprema y su cumplimiento es responsabilidad de todos los mexicanos, en función de nuestras atribuciones.

De acuerdo al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la función de la CONANP en el marco de la Convención Ramsar, es coordinarse con las unidades administrativas competentes de dicha secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para que cada institución, en función de sus atribuciones, impulse el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados en éste tratado internacional.

Actualmente la CONANP impulsa el cumplimiento de la Convención en los Sitios Ramsar que se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas Federales y facilita procesos para que todos los actores relacionados con los Sitios Ramsar fuera de Áreas Naturales Protegidas Federales den cumplimiento a éste compromiso internacional que, a través de los procesos ecológicos de los humedales, brinda beneficios a todos los mexicanos, (Figura 21).

Los sitios RAMSAR identificados en la región corresponden a: Humedales de La Laguna La Cruz y Canal del Infiernillo y Esteros del Territorio Comcaac. Aun cuando el área del proyecto no se encuentra dentro de alguno de los polígonos que los definen, es importante mencionar que el sitio de la obra se encuentra a 100 metros del límite del polígono del primero y a 10 km del segundo. (Figura 22 y Figura 23).

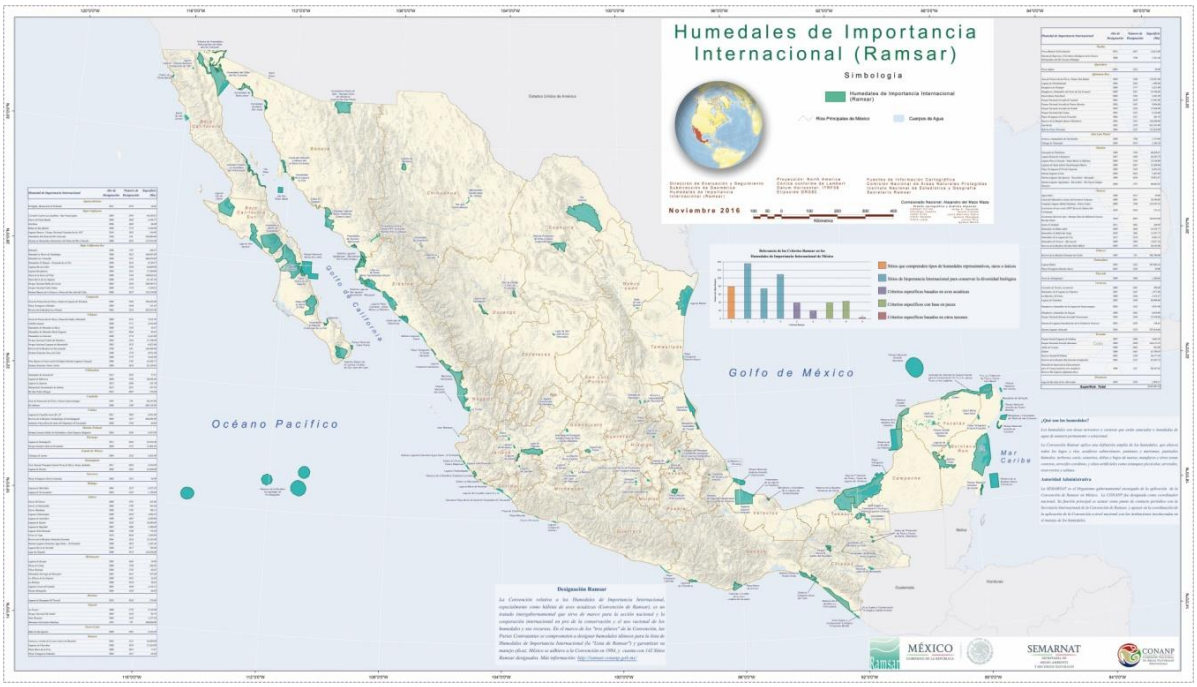


Figura III. 21. Sitios RAMSAR en México

Sitio RAMSAR Humedales de la Laguna La Cruz.

La Laguna La Cruz también se caracteriza por ser un área de protección y crianza de larvas, post-larvas y juveniles de especies acuáticas y terrestres y un importante sitio de reproducción de 99 especies de peces que incluyen a muchas de importancia comercial (Grijalva-Chon et al., 1996). Hemos reportado que la laguna es refugio para 84 especies de aves acuáticas muchas de las cuales se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010; Fleishman, 2011). Asimismo, la laguna es una importante fuente de recarga de los mantos acuíferos y forma una barrera natural que disminuye la fuerza del oleaje por eventos climáticos extraordinarios.(Tomado de Ficha Informativa de los Humedales RAMSAR, (FIR)-versión 2009-2014.)

Es importante mencionar que Prescott College A.C y el DICTUS inician una colaboración cercana con Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para realizar esfuerzos de conservación de este sistema costero. En mayo de 2012, dichas instituciones inician la gestión para incorporar a la Laguna La Cruz a la lista de *Humedales de Importancia Internacional de la Convención Ramsar*, logrando su incorporación el 2 de febrero de 2013, como el sitio Ramsar número 2154, decretado el 2 de febrero de dicho año denominado “Humedales de la Laguna La Cruz”. El polígono envolvente declarado es de 6,665.14657 has (Figura III. 22).

La importancia de este Sitio Ramsar radica en su ubicación, características físicas y en la gran cantidad de especies que alberga. Este humedal forma parte de la Ruta Migratoria del Pacífico y es una importante área de descanso para las aves migratorias. El sitio proporciona alimento y refugio a un total de 154 especies de aves. 84 de estas son especies de aves acuáticas y de ellas, 9 tienen poblaciones de más del 1% de la población total de especies que viven en este Sitio Ramsar.

En términos de peces, se han identificado 96 especies en el Sitio, lo que también es vital para algunas especies durante condiciones climáticas adversas y como área de reproducción de diversas especies de peces, moluscos y crustáceos. El sitio es particularmente importante para las especies de las familias *Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae y Engraulidae* durante sus etapas larvarias y juveniles. El Sitio se caracteriza por sus bosques de manglares, los cuales son únicos ya que están ubicados dentro del límite norte de su distribución, carecen de insumos de agua dulce y se encuentran dentro del área del Desierto Sonorense Como resultado, especies como *Frankenia spp*., Que están adaptadas a las condiciones muy salinas, se encuentran en el Sitio. Este sitio Ramsar también alberga especies amenazadas como la tortuga marina *Chelonia mydas* y el charrán elegante *Sterna elegans* entre otras. Además, el sitio es muy importante para las comunidades locales, ya que mantiene las pesquerías de la zona. También es un área importante para el turismo y la investigación. Las principales amenazas al Sitio están relacionadas con las granjas camaroneras ubicadas en las afueras del Sitio y sus efluentes. Sitio Ramsar No. 2154.

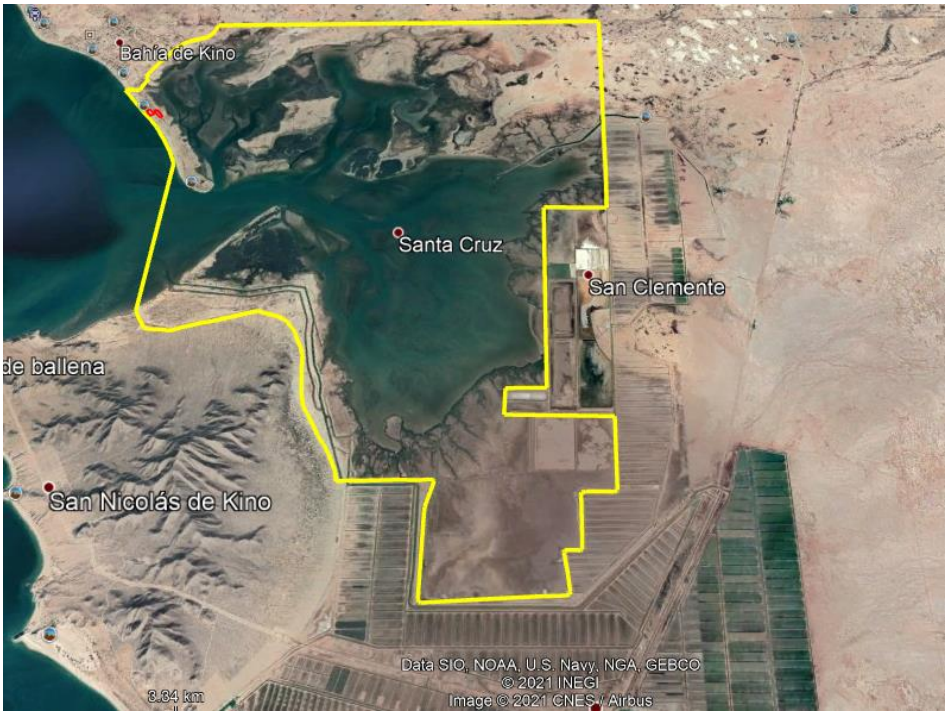


Figura III. 22 Polígono envolvente del Sitio Ramsar “Humedales de la Laguna La Cruz”

Sitio RAMSAR Canal del Infiernillo y Esteros del Territorio Comcaac.

El canal del infiernillo se localiza l entre la Isla Tiburón y la costa de Sonora en el noroeste de México, caracterizado por la presencia de pastos marinos en el fondo, esteros que tienen cobertura de vegetación de mangle, cambios estacionales muy marcados y pequeños parches de arrecifes de coral. Los lechos de pastos marinos, son la mayor concentración de pastos marinos anuales en el Pacífico oriental y los manglares se encuentran en el límite norte de este tipo de vegetación. Estos humedales brindan refugio, sustrato y alimento a varias especies que son la base de la pesca comercial y artesanal. Además, el sitio es hábitat de 81 especies de invertebrados endémicos del Golfo de California y varias especies amenazadas, como manglares (*Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle), totoaba (Totoaba macdonaldi), tortugas marinas (Eretmochelys imbricata, Caretta caretta, Dermochelys coriaceai, Lepidochelys olivacea y Chelonia mydas agassizi) y Brant Goose (Branta bernicla*). Durante más de 2000 años la etnia Comcaac ha habitado esta región y muestra un extenso conocimiento ecológico tradicional, sobre el cual basa sus prácticas de manejo pesquero. A diferencia de otras regiones del Golfo, los fondos marinos del sitio no han sido perturbados por las redes de los barcos camaroneros, pero actualmente están amenazados por la sobrepesca y el desarrollo turístico. El sitio Ramsar núm. 1891.

Figura III. 23 Polígono envolvente del Sitio Ramsar No. 1891 Canal del Infiernillo y Esteros del Territorio Comcaac..

III.5. Análisis de los instrumentos normativos

III.5.1. Leyes y Reglamentos

III.5.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos mexicanos

Art. 4…Párrafo quinto…Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Art. 25. …Párrafo sexto ...Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Art. 27. …Párrafo segundo…Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de

apropiación para lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destino de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En nuestra Constitución se expresa claramente que todos las personas tienen derecho a tener un medio ambiente que les permita desarrollarse satisfactoriamente, pero a la vez marca la pauta para que haya un desarrollo sustentable de las regiones, esto se presenta teniendo una infraestructura eficaz y segura, tomando las medidas que se asientan en la legislación ambiental actual, que cubre con todos los ángulos para sustentar un proyecto de infraestructura de esta magnitud, con la finalidad de comunicar comunidades para que haya un intercambio comercial efectivo, y de esta forma acortar distancias; por lo que es primordial que toda la legislación sea observada para que haya un desarrollo sustentable, tanto en el aspecto social, como en el aspecto económico y muy importante, el aspecto ambiental.

III.5.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA),

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero del 1988 y su última reforma del 5 de julio del 2007. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente constituye en este caso el principal instrumento legal para evaluar la actividad minera. Por su naturaleza, este giro industrial corresponde al ámbito federal en materia de impacto ambiental. Los capítulos de la LGEEPA que tienen injerencia incluyen:

Evaluación del Impacto Ambiental, Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos, Prevención y Control de la Contaminación del Suelo, Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera y Materiales y Residuos Peligrosos. El espíritu de una manifestación de impacto ambiental es contemplar y prevenir los impactos al ambiente desde la etapa de planeación del proyecto. Para el caso del presente proyecto se utilizó los puntos de la guía sectorial para minería, modalidad particular.

Este instrumento, tiene aplicación en el desarrollo del presente proyecto, principalmente por las siguientes disposiciones:

- Art. 28, 29 y 30. En lo que respecta a la Evaluación de Impacto Ambiental.
- Art. 121, 122, 123, 124. Requiere tratamiento y autorización previa a cualquier descarga o infiltración de aguas residuales en cuerpos de agua, suelo y subsuelo.
- Art. 155. De las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual.

II.5.1.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS),

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 y última reforma del 1 febrero del 2007. De la LGVS, las disposiciones que debe atender el proyecto se relacionan con el daño a la fauna silvestre o su hábitat, como lo marca el artículo 106.

En la presente ley, se especifica en el Art. 4º que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre, y prohíbe cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la nación.

Por lo que durante los trabajos previos y durante la construcción del presente proyecto, se deberán ejecutar los programas de protección a la fauna silvestre.

Art. 56 La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y su nombre común más utilizado…

Art. 61. La Secretaría elaborará las listas de especies y poblaciones prioritarias para la conservación y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Al identificar la fauna y la flora silvestre en la zona del proyecto, se verifica su presencia en los listados de la NOM 059 Vigente, con la finalidad de identificarla plenamente para que la autoridad ambiental tenga el conocimiento de la presencia de especies en algún estatus, y tomar las medidas necesarias, situación no aplicable al presente proyecto.

III.5.1.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre del 1992, y el Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, publicado el 29 de abril del 2004. El objetivo principal de la LAN, es regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. En todas sus etapas del desarrollo del proyecto, se deberá atender en principio este objetivo, remarcando las siguientes disposiciones de esta Ley:

- Art. 86 Bis 2, 88 y 88 bis, sobre las descargas de contaminantes a los cuerpos receptores y zonas federales estableciendo la obligación de obtener permiso de cualquier descarga que pueda contaminar los cuerpos de agua receptores, el subsuelo, los acuíferos, así como otros bienes nacionales.
- Art. 97 y 98 que regulan la realización de obras hidráulicas en cuerpos de agua y zonas federales.
- Art. 113 y 118, que establece los requerimientos para la explotación de bancos de materiales en zonas federales.

El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal, para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados

con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

a). Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y,

b). Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Art. 86 bis 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

En este aspecto se tomarán las medidas correspondientes para que no haya ningún tipo de descarga a los cuerpos de agua que se encuentran en la zona del proyecto. Y en el caso de que exista alguna descarga, llevar a cabo las medidas mitigatorias correspondientes. De lo contrario se deberá tomar a consideración el siguiente artículo, en el que se estipula que las descargas no autorizadas, o posiblemente también accidentales, se deberá asumir la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado y sujeto a las sanciones correspondientes.

Art. 96 bis 1. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por Autoridad competente. "La Comisión", con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental a cuerpos de agua de propiedad nacional causado por extracciones o descargas de agua, en los términos de esta Ley y sus reglamentos.

III.5.1.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1994 y el Decreto por el que se reforma el reglamento publicado el 4 de diciembre de 1997. Los artículos más relevantes que pueden aplicar al proyecto minero son:

- Art. 29, sobre las solicitudes de concesión.

- Art. 30, 31, 133,135 y 176, se refieren a la prevención, control y permiso para descargar aguas residuales, realización de obras de aprovechamiento de agua y explotación o uso de cauces, vasos o zonas federales.
- Art. 52, requiere el establecimiento de sistemas de medición del volumen de agua
- Art. 149. Sobre la obligación de dar aviso de descargas fortuitas.
- Art. 151, prohíbe la disposición de todo tipo de residuos en cuerpos receptores y zonas federales.

III. 5.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGIR)

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre del 2003 y su última reforma el 19 de Junio del 2007.

Dentro de las actividades que se llevan a cabo con la operación de una obra de este tipo, se llegan a generar una serie de desechos de diversos tipos, que van desde basura doméstica, residuos orgánicos, residuos de estopas, entre otros; por lo que se deben de tener conocimiento de cómo deberá ser el manejo para cada uno de ellos, aun cuando sean en cantidades mínimas. Y de esta manera evitar el desecho inadecuado hacia el suelo o los cuerpos de agua.

Art. 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán sub clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Art. 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;

Art. 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de estos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Se llegan a presentar diversos tipos de desechos provenientes de la cada una de las etapas del proyecto, solamente se prevé la presencia de desechos de residuos solidos urbanos.

Otro de los aspectos de vinculación es que dentro de la zona del proyecto se puede llegar a causar un problema de vulnerabilidad de la fauna que pudiera presentarse, por el ocasional consumo de residuos sólidos urbanos y los de combustión, o entrar en contacto con desechos que pudieran causarles alguna afectación en la salud de la fauna, sin

embargo, el sitio carece de vegetación y además la superficie del patio se encuentra cercada por lo cual no se prevé la presencia de fauna.

Art. 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

Por esta razón el proyecto se sustenta en la normatividad actual que se especificó anteriormente; se toman en cuenta no solo las especificaciones acerca de los residuos, si no de algunos otros aspectos relevantes que se aplican al proyecto.

III.5.1.7. Reglamento de la LGPGIR.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2006. Las disposiciones a considerar de este instrumento son las siguientes
:

- Arts. 16,17 y 20. Tratan sobre las modalidades de los planes de manejo y generalidades. Arts. 24,25 y 26. Sobre el procedimiento para el registro e incorporación de los planes de manejo.

- Art. 71. Establece los datos que deben contener las bitácoras Arts. Del 72 al 77. Tratan de los informes que los grandes y pequeños generadores deberán entregar a la Secretaría.

III.5.1.8. Ley de Vias Generales de Comunicación.

Artículo 2o.- Son partes integrantes de las vías generales de comunicación:
I.- Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas, y
II. Los terrenos y aguas que sean necesarias para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios y obras a que se refiere la fracción anterior. La extensión de los terrenos y aguas y el volumen de éstas se fijará por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Concesiones, permisos y contratos

Artículo 8o.- Para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios conexos a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.

Artículo 12.- Las concesiones para la construcción, establecimiento o explotación de vías generales de comunicación, sólo se otorgarán a ciudadanos mexicanos o a sociedades constituidas conforme a las leyes del país. Cuando se trate de sociedades, se establecerá en la escritura respectiva, que, para el caso de que tuvieren o llegaren a tener uno o varios socios extranjeros, éstos se considerarán como nacionales respecto de la concesión, obligándose a no invocar, por lo que a ella se refiera, la protección de sus Gobiernos, bajo pena de perder, si lo hicieren, en beneficio de la Nación, todos los bienes que hubieren

adquirido para construir, establecer o explotar la vía de comunicación, así como los demás derechos que les otorgue la concesión.

Artículo 13.- Los individuos o empresas a quienes se otorgue concesión o permiso para construir o explotar vías generales de comunicación, llevarán a cabo por sí mismos esa construcción o explotación y no podrán, en ningún caso, organizar sociedades a quienes cedan los derechos adquiridos en la concesión o permiso. Sin embargo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes podrá autorizar la cesión de los derechos y obligaciones estipulados en la concesión o permiso, cuando a su juicio fuere conveniente, siempre que hubieren estado vigentes por un término no menor de cinco años y que el beneficiario haya cumplido con todas sus obligaciones.

Artículo 14. Los interesados en obtener concesión o permiso para construir, establecer o explotar vías generales de comunicación, elevarán solicitud a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de conformidad con los preceptos de esta Ley y sus reglamentos, acompañándola de los estudios a que se refiere el artículo 8o.

Artículo 15.- Recibida la solicitud de concesión y previo pago de los derechos respectivos, se procederá a efectuar los estudios técnicos que correspondan de acuerdo con las bases generales señaladas en el Artículo 8 y a la normatividad establecida en materia de conservación del equilibrio ecológico y si el resultado de éstos fuere favorable, la solicitud con las modificaciones que acuerde la Secretaría se publicará a costa del interesado, por dos veces, de cinco en cinco días en el Diario Oficial de la Federación y en uno de los periódicos de mayor circulación, con el fin de que, durante el plazo de diez días contados a partir de la última publicación, las personas que pudieren resultar afectadas, presenten sus observaciones. Si transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior no se presentan objeciones, o si las que se presentan no fueren de tomarse en cuenta, se podrá otorgar la concesión con las modificaciones de carácter técnico y jurídico que se estimen pertinentes, previo cumplimiento de los requisitos técnicos, administrativos y legales que señale la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Otorgada la concesión, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ordenará si lo considera necesario, que a costa del interesado se publique aquélla en el Diario Oficial de la Federación con la exposición de los fundamentos que se hayan tenido para otorgarla y el programa a que habrá de sujetarse la construcción o explotación de la vía concesionada, de acuerdo con las bases que establece el artículo 8º.

III.5.1.9. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.

Artículo 28.Las personas físicas o morales extranjeras para ser concesionarias o permisionarias de la zona federal marítimo terrestre o de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, deberán sujetarse a los requisitos establecidos por la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera y su Reglamento.

Artículo 29.Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:

I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;
II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;
III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;
IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;
V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;
VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;
VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;
VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;
IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;
X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y
XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.

Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo.
Artículo 38.Los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no podrán ser objeto de acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional por parte de particulares, salvo lo que dispongan la Ley y el presente Reglamento.

Los terrenos a que se refiere este artículo estarán bajo el control, administración y vigilancia de la Secretaría.

Artículo 39.Sólo podrán ejecutarse obras para ganar artificialmente terrenos al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, con la previa autorización de la Secretaría y con la intervención que corresponda en el ámbito de su competencia a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las que determinarán la forma y términos para ejecutar dichas obras.

Cuando se trate de obras portuarias o marítimas, la supervisión y vigilancia la ejercerá la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

III.5.1.10. Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias

Artículo 1o.- El presente reglamento se aplicará a los vertimientos deliberados de materias, sustancias o desechos en aguas marítimas jurisdiccionales mexicanas.

Artículo 2o.- Corresponde a la Secretaría de Marina, a través de la Armada de México y de las direcciones especializadas de la propia Secretaría la aplicación de este reglamento respecto del cumplimiento de sus disposiciones, aspectos técnicos y otorgamientos de los permisos.

Artículo 4o.- La Secretaría de Marina para los efectos de este reglamento ejercerá jurisdicción en:
a) El mar territorial;
b) La zona económica exclusiva;
c) Las zonas marítimas de pesca señaladas por la ley respectiva.

Artículo 5o.- Ninguna persona física o moral podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Secretaría de Marina, quien la otorgará en la forma y términos que señala este reglamento.

Artículo 6o.- Los interesados en realizar un vertimiento deberán solicitar por escrito ante la Secretaría de Marina, el permiso a que se refiere el artículo anterior, en el que se especificarán la materia, la forma, el envase y la fecha en que se propongan verterla.

Artículo 7o.- El permiso se otorgará para verter los desechos y otras materias en la zona específicamente determinada por la Secretaría de Marina, desde barcos y aeronaves; las plataformas u otras estructuras utilizarán dichos medios para trasladar sus desechos hasta el lugar indicado para su vertimiento. Lo anterior independientemente del permiso que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgue por lo que hace a su transportación.

Artículo 8o.- La Secretaría de Marina para otorgar un permiso de vertimiento, evaluará su justificación tomando en consideración:

I. La necesidad de efectuar el vertimiento después de que la parte interesada demuestre que no es posible otra alternativa;
II. El efecto de dicho vertimiento en la salud humana, la biología marina y los valores económicos y recreativos;
III. El efecto que produce el vertimiento en los recursos pesqueros, el plancton, la vida humana, los recursos minerales marinos y las playas;
IV. El efecto nocivo de este vertimiento en los ecosistemas marinos particularmente en relación:

a) La transferencia, concentración y dispersión de las sustancias que pretendan verter y sus metabolitos (bioproductos);
b) Los cambios sustanciales en la diversidad, productividad y estabilidad de los ecosistemas marinos;
c) La permanencia y persistencia de las sustancias vertidas;
d) El tipo, calidad, cantidad y concentración de los desechos al ser vertidos;
e) Alternativas en tierra y sus impactos ambientales probables lugares y métodos para llevarlos a cabo, tomando en cuenta el interés público y la posiblidad de un impacto adverso en las aguas oceánicas;
f) El efecto que causen en los océanos y su influjo en los estudios científicos, pesca y otras exploraciones de los recursos vivos e inertes del mar.

V. Los factores enumerados en el anexo III de este reglamento;
VI. La protección a la vida humana, vida marina y los usos legítimos del mar;
VII. Naturaleza y cantidad de la sustancia que va a ser vertida;
VIII. El método y la frecuencia del vertimiento que se autorice y la fecha o fechas en que tal vertimiento deberá llevarse a cabo;
IX. La manera de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia que se autorice a verter;
X. El sitio señalado por la autoridad competente para que se realice el vertimiento;
XI. La ruta que de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá seguir el barco o aeronave que transporte la sustancia al sitio de vertimiento;
XII. Las precauciones especiales que deban ser tomadas respecto de la carga, transporte y vertimiento de la sustancia.

Artículo 9o.- Para los efectos de este reglamento debe entenderse como vertimiento, toda evacuación deliberada en el mar por desechos u otras materias, efectuadas desde buques, aeronaves y las que realicen por estos medios las plataformas y otras estructuras.

Artículo 10.- No se otorgará permiso alguno para vertimiento que alteren las normas y calidad del agua o que pongan en peligro la salud humana, su bienestar o el medio marino, sistemas ecológicos o potencialidades económicas y que afecten las áreas recreativas tales como balnearios en las playas, "marinas" y zonas deportivas.

Artículo 13.- Para otorgar un permiso de vertimiento de algunas de las sustancias enumeradas en el anexo I de este reglamento, la autoridad competente exigirá que éstas puedan:

a) Degradarse rápidamente en sustancias inocuas, que por los procedimientos físicos, químicos o biológicos a que hayan sido sometidas previamente, no contaminen ni alteren el sabor de los organismos marinos comestibles, para que no representen un peligro a la salud humana o a la de los animales domésticos;
b) Si dentro del desecho o sustancias que se permita verter se encuentran vestigios de otras sustancias de las comprendidas en el anexo I, se señalará la cantidad de sustancia a verter para calcular, si por la cantidad de vertimiento, estos vestigios pueden convertirse en nocivos.

Las leyes y reglamentos en materia de impacto ambiental, residuos, aguas nacionales, permitirán regular la construcción y operación del proyecto, para reducir al mínimo los impactos ambientales generados a los diferentes factores ambientales.

III.5.1.11. Código Penal Federal

Libro segundo, Título décimo tercero, Falsedad.

Capítulo V. Falsedad en declaraciones judiciales y en informes dados a la autoridad Art. 247. Se impondrá de dos a seis años de prisión y multa de cien a trescientos días multa;

I.- Al que interrogado por alguna autoridad pública distinta de la judicial en ejercicio de sus funciones o con motivo de ellas, faltare a la verdad.

II.- Al que examinado por la autoridad judicial como testigo o perito, faltare a la verdad sobre el hecho que se trata de averiguar, o aspectos, cantidades, calidades u otras circunstancias que sean relevantes para establecer el sentido de una opinión o dictamen, ya sea afirmando, negando u ocultando maliciosamente la existencia de algún dato que pueda servir de prueba de la verdad o falsedad del hecho principal, o que aumente o disminuya su gravedad, o que sirva para establecer la naturaleza o particularidades de orden técnico o científico que importen para que la autoridad pronuncie resolución sobre materia cuestionada en el asunto donde el testimonio o la opinión pericial se viertan. La sanción podrá ser hasta quince años de prisión para el testigo o perito falsos que fueran examinados en un procedimiento penal, cuando al reo se le imponga una pena de más de veinte años de prisión, por haber dado fuerza probatoria al testimonio o peritaje falsos;

El testigo, perito o intérprete que retracte espontáneamente sus falsas declaraciones rendidas ante cualquiera autoridad administrativa o judicial antes de que se pronuncie resolución o sentencia, solo pagara una multa de diez a doscientos pesos. Pero si faltare a la verdad al retractar sus declaraciones, se le aplicara la sanción que corresponde, con arreglo a lo prevenido en este capítulo, aumentando la pena de tres días a seis meses de prisión.

Por esta razón especificada en la fracción II, corresponde el escrito que se firma como responsable de la veracidad de la información.

III.6. Normas Oficiales Mexicanas.

A continuación, se describen las normas oficiales mexicanas por rubro, a las que se podría sujetar el proyecto en todas sus etapas de desarrollo.

III.6.1. Control de la Contaminación Atmosférica:

NOM-043-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

En las distintas actividades que desarrolle el proyecto durante su construcción, se cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, establecidos en la tabla 1 de esta norma.

En el uso de la maquinaria que se usara durante el proceso constructivo se deberán tener un mantenimiento preventivo que reduzcan las emisiones de partículas sólidas y verificar que no excedan los límites.

Esta norma es de observancia obligatoria para los responsables de las fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera, con excepción de las que se rigen por normas específicas.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la

atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM 045 SEMARNAT 1996 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible La maquinaria que operara durante el tiempo de construcción de la obra que usara combustibles ; se apegara a los límites máximos permisibles de opacidad que aseguren la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

NOM-047-SEMARNAT-1999. Establece los límites permisibles de emisiones de vehículos que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

Para evitar la contaminación a la atmósfera durante la construcción por el uso de los camiones de trabajo, se cumplirá con los límites máximos permisibles que marca esta norma.

NOM-022-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

NOM-024-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM 10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

III.6.2. Control de Emisiones de Ruido:

NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Su cumplimiento estará en función de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 de esta norma.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Su cumplimiento estará en función de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 de esta norma.

III.6.3. Protección de flora y fauna:

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Referida a las especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Establece categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Publica Lista de especies en riesgo.

Esta norma no tiene aplicación en este proyecto ya que en ninguna de las etapas se realizarán actividades de desmonte, solo durante la preparación del sitio serán removidas y relocalizadas todos los individuos que pudieran quedar debajo de la colocación de los geotubos, ya que el área a ocupar es relativamente pequeña, sin embargo, se aplicará en el sentido de preservación

III.6.4. Conservación del agua y la seguridad para su utilización:

NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

El proyecto evitará las descargas sanitarias mediante el uso de sanitarios portátiles secos, como se describirá en la sección de medida de mitigación.

III.6.5. Residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-053-SEMARNAT-1993. Establece los procedimientos para la prueba de extracción (PECT) que determina los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-053-SEMARNAT-1993.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio.

Para la delimitación el área del proyecto se realizó un análisis de cartografía temática (edafología, geología, topografía, hidrología, usos del suelo y vegetación, batimetría, etc), además, se consideraron varios aspectos relevantes particulares en lo relacionado con las características propias del proyecto su magnitud y área de influencia, con el objeto de delimitar el área de estudio.

En este sentido se pudo observar que el proyecto para la construcción de la obra de protección contra la erosión costera en la barra del estero la Cruz Bahía de Kino, se ubica dentro del municipio de Hermosillo, Sonora, dentro del medio marino de la Bahía de Kino.

El proyecto se localiza dentro del Mar de Cortes en la Bahía de Kino, por lo tanto su ejecución será en el medio marino, colindando muy de cerca con área de playa y línea de costa, por lo que se considera el ecosistema terrestre aledaño dentro de sistema ambiental y área de influencia. Es importante destacar que la obra a realizar será meramente en el ecosistema marino, pero las respuestas y efectos de su funcionamiento esperadas durante la operación, se reflejaran en el ambiente transicional terrestre-marino terrestre.

La realización del proyecto Obra de Protección contra la erosión costera en la barra del estero La Cruz, se puede considerar como una acción para la mitigación de los impactos en la línea de costa, ocasionados por la acción erosiva del oleaje incidente, que esta causando la perdida de sedimentos en la playa, erosión de la duna y por lo tanto retroceso de la línea de costa.

El proyecto se ubica en la zona costera del centro del estado de Sonora, en el municipio de Hermosillo. Se llega a través de la Carretera Estatal SON 100 Hermosillo Bahía Kino. Antes de llegar a Bahía de Kino en el Km 108, se toma desviación a la izquierda, en la intersección con la Ave. Del Paraíso, se continua hasta la intersección de la Ave. Miramar y C. Eduardo Ochoa y recorriendo 634 metros sobre la misma Avenida del Paraíso, se llega al punto por donde se accesar a la playa y de ahí tomar una embarcación para llegar al sitio del proyecto, dado que se encuentra mar adentro.

En la figura IV.1, se muestra la macrolocalizacion del sitio del proyecto y en la figura IV.2, se tiene la identificación más detallada del sitio apoyados con la imagen del Google Eath.

Morfológicamente el proyecto se establecerá en la zona marina frente a la barra de arena que divide la Bahía de Kino con la Laguna Costera La Cruz, a la altura de Condominios Jacquelynn.

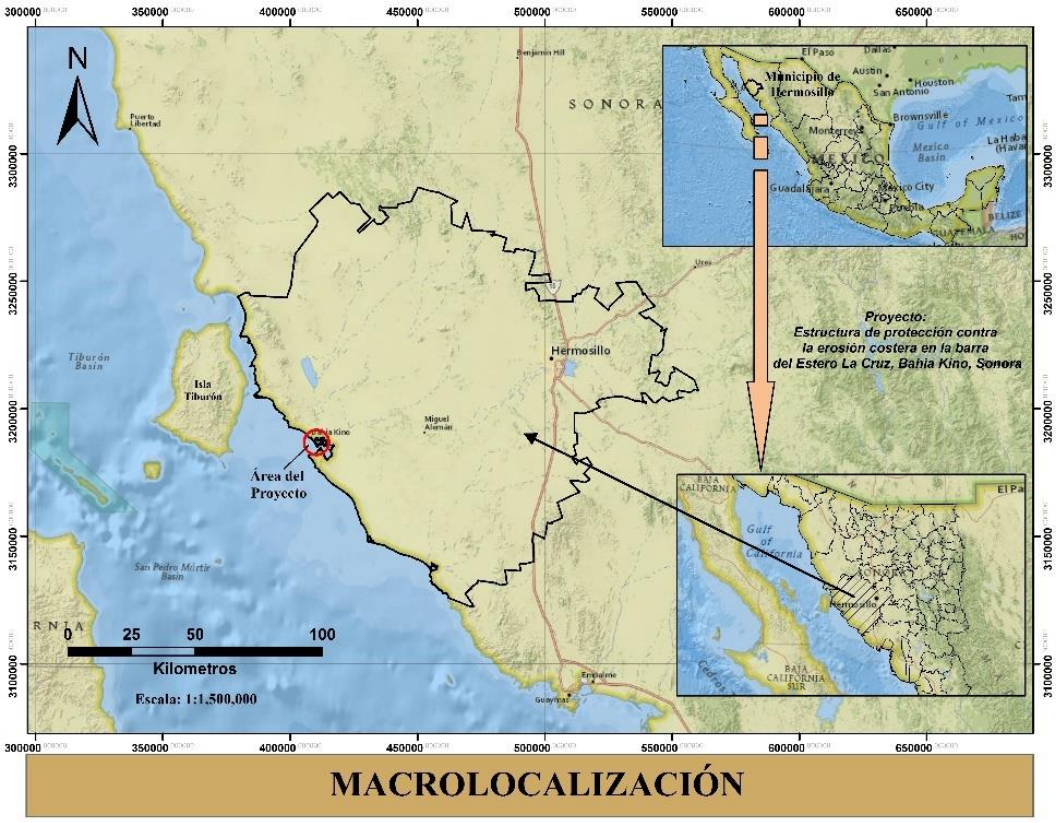


Figura IV. 1. Macrolocalización del sitio del proyecto

Figura IV. 2. Microlocalizacion del sitio dell proyecto, los numeros representan los vertices del eje de la estructura.

Es importante mencionar que la zona del proyecto loocalizada a 60 metros mar adentro, es una zona muy somera como se podra en los planos batimetricos del proyecto ejecutivo (Anexo 2), dada la presencia de bajos y canales muy bien localizados. Colinda inmediatamente con tierra con la barra de arena del estero que tiene una longuitud de 3.0. Km con orientacion SSE, cuyo ancho varia a lo largo de su recorrido con 231 metros al inicio y 293 metros al final. Presenta una angostura en su parte central de 183 metros, por lo que se puede decir que tiene un prommedio de 280 metros.

Las figuras IV.3 muestra el poligono 1 que representa la potencial area de influencia del proyecto y el poligono 2, que muestra el area donde se va a llevar a cabo la obra. La Tabla IV.1 y IV.2 representan cada uno de los vertices en coordenadas UTM Zona 12, DATUM GS84 y la tabla IV.3, muestra el cuadro de construccion del eje de la estructura a constuir

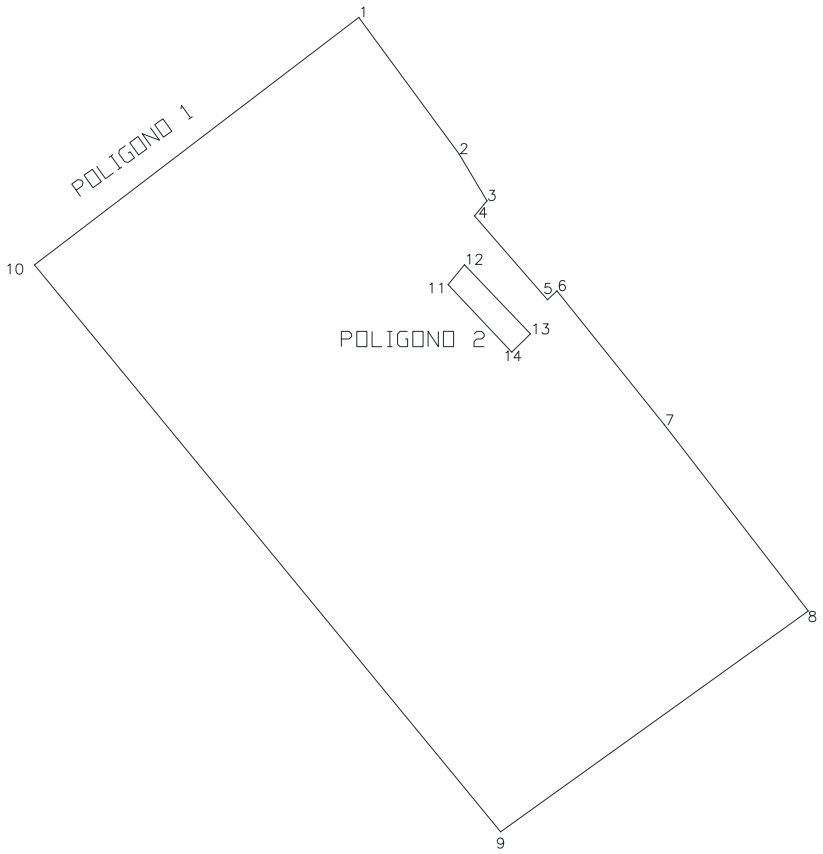


Figura IV. 3 Polígono 1 que muestra el área de influencia del proyecto y el polígono 2 donde se va a desarrollar la obra.

Tabla IV. 1. Cuadro de construcción del polígono 1, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION POL 1 AREA DE INFLUENCIA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,187,283.97	409,275.82
1	2	S 36°20'28.25" E	166.23	2	3,187,150.08	409,374.32
2	3	S 30°42'18.16" E	53.34	3	3,187,104.21	409,401.56
3	4	S 39°48'26.00" W	19.09	4	3,187,089.55	409,389.34
4	5	S 41°03'26.09" E	109.07	5	3,187,007.30	409,460.98
5	6	N 46°50'40.73" E	12.68	6	3,187,015.97	409,470.23
6	7	S 38°44'28.11" E	168.38	7	3,186,884.64	409,575.60
7	8	S 37°41'09.30" E	230.61	8	3,186,702.14	409,716.58
8	9	S 54°20'44.11" W	371.25	9	3,186,485.74	409,414.93
9	10	N 39°26'29.06" W	719.67	10	3,187,041.52	408,957.73
10	1	N 52°41'04.58" E	399.95	1	3,187,283.97	409,275.82
SUPERFICIE = 27-51-93.61 Has						

. Tabla IV. 2. Cuadro de construcción del polígono 2, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				11	3,187,022.13	409,363.46
11	12	N 39°37'55.82" E	25.25	12	3,187,041.57	409,379.57
12	13	S 43°40'26.39" E	93.59	13	3,186,973.88	409,444.20
13	14	S 45°46'35.42" W	25.63	14	3,186,956.01	409,425.83
14	11	N 43°19'43.45" W	90.90	11	3,187,022.13	409,363.46
SUPERFICIE = 2,337.93 m2						

Tabla IV. 3. Cuadro de construcción del eje de la obra, en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

IV.2 .1 Caracterización Ambiental.

La caracterización del medio físico se desarrolló mediante una variedad de técnicas y metodologías. La construcción de un sistema de información geográfica (SIG) con ArcGis 10.0 fue fundamental en la caracterización del medio físico tanto a nivel regional como local. Este sistema incorporó lo siguiente:

- Cartografía temática.-

Las cartas climáticos, edafológica, geología, hidrología superficial y subterránea y usos del suelo y vegetación, escala 1:250,000, editadas por el Instituto Nacional de Estadística.

- Cartas topográficas del INEGI.-

Las imágenes rasterizadas de las cartas topográficas del región del proyecto, escala1:50,000 y 1:250,000, del INEGI fueron alimentadas al SIG para servir como mapas base y control.

- Estudios previos de sitio.

La valoración de los estudios realizados de Oceanografía (mareas, oleaje, corrientes, transporte litoral de sedimentos), levantamiento de perfiles de playa, análisis del material sedimentario, modelación matemática de la estructura, levantamiento topo-batimétrico, mecánica de suelos, así como las caracterizaciones a nivel regional realizados para la región en estudio.

- Información de campo.

Levantamiento de imágenes con Dron y utilización de equipo GPS para puntos de control.

Se determinó que el área del Sistema Ambiental se analizará en dos escalas: La caracterización del medio natural, a nivel de Región Hidrológica 9-Cuenca Cuenca del Rio Bacoachi al ser un área bien delimitada, que cubre el área del proyecto. La segunda escala es para describir el medio natural del área de influencia del proyecto, que sera considerando la Unidad de Gestión Ambiental Costera 9, específicamente una porción de la Unidad Ambiental 2.3.3.17.2.8 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 diciembre del 2006. A continuación, se presentan las áreas establecidas para describir el Sistema Ambiental y área de influencia.

IV.2.2. Aspectos Abióticos

IV.2.2.1. Hidrología Superficial.

La cuenca del Rio Bacoachi se encuentra la Región Hidrológico-Administrativa II Noroeste (RHA-II Noroeste), en la Región Hidrológica 9 Sonora Sur y se convierte en la Subregión Hidrológica 9E Río Bacoachi (Figura IV.4).

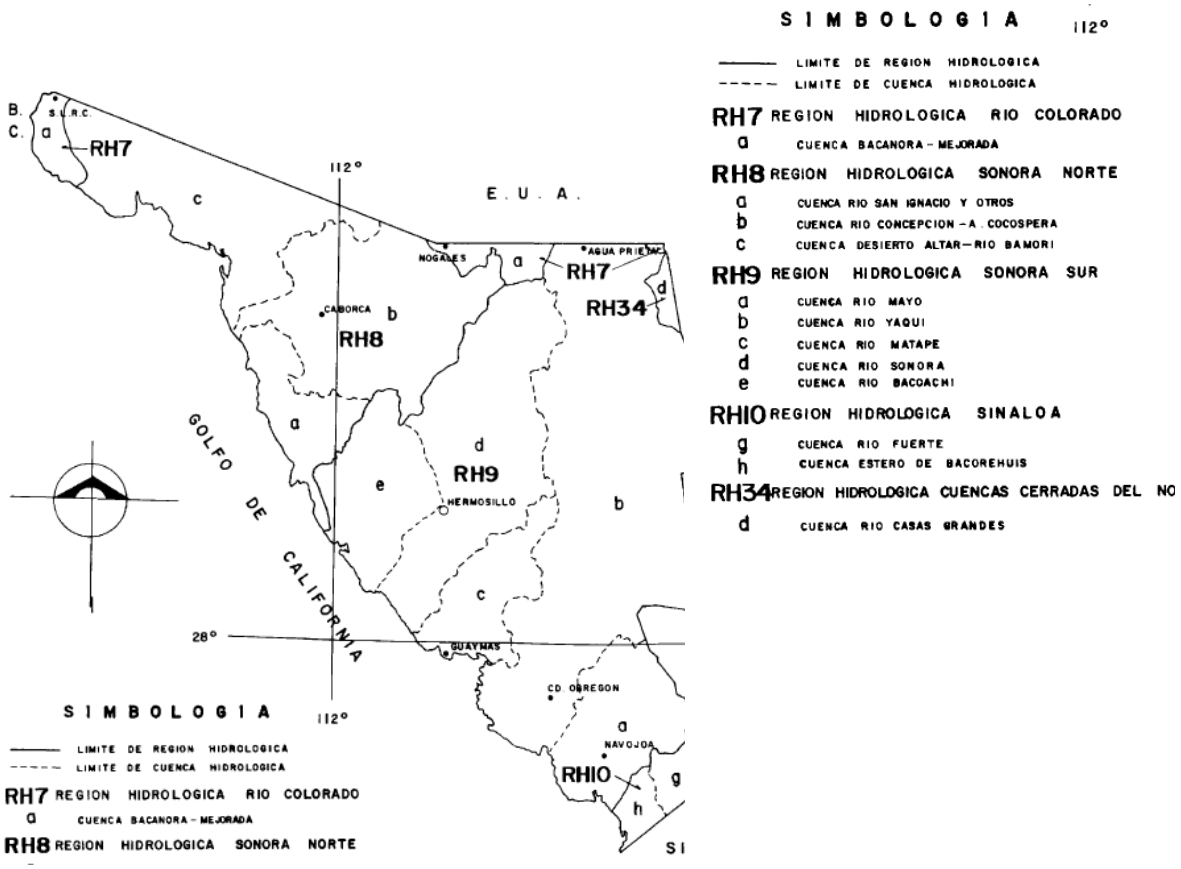


Figura IV. 4. Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto las regiones hidrológicas que cubren el Estado.

La cuenca del Rio Bacoachi, colinda al norte con la cuenca del Rio Concepción, al este con la cuenca del Rio Sonora, al noroeste con la cuenca de San Ignacio y otros y al sur- sureste con el Golfo de California, (Figura IV.5).

El área de la cuenca es de 12,733 km^2, con una precipitación media anual de 207 mm y solo el 3.5 % de escurrimiento debido al tipo de suelos. Si se considera el área de la cuenca y la precipitación en promedio se recibe por lluvia 2,635 millones m^3, pero debido al bajo porcentaje de escurrimiento solo fluyen 92.25 millones de m^3.

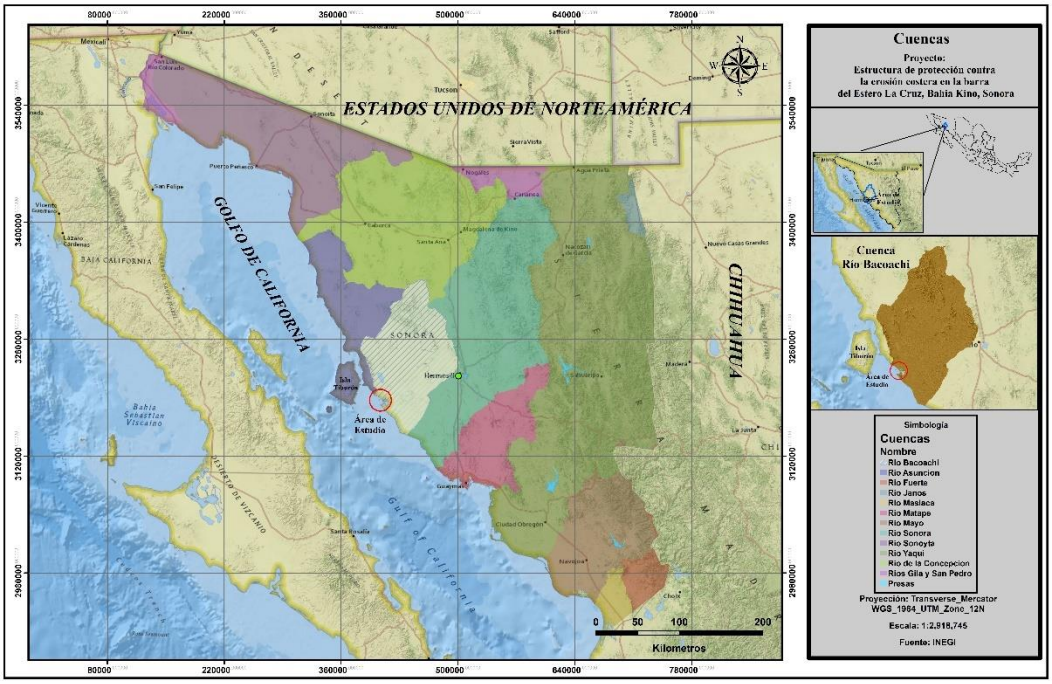


Figura IV. 5. Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto a las cuencas que se registran en el estado de Sonora.

Así mismo, la figura IV.6 presenta la subdivisión de las subcuencas del Rio Bacoachi.

Para entender más adecuadamente el sistema ambiental que engloba el proyecto, es necesario considerar por supuesto el entorno el estero o Laguna La Cruz, dada la cercanía del sitio con la barra de arena que separa la Bahía de Kino con este cuerpo de agua.

El estero La Cruz y su cuenca de drenaje quedan comprendidos dentro de la cuenca del Río Bacoachi y sub-cuencas Río Bacoachi y Arroyo La Manga. Estas subcuencas poseen una superficie de 204,739.4 y 464,703.1 Has respectivamente (CNA, 2006), con una precipitación media anual de 207 mm. La pendiente general es baja y el coeficiente de escurrimiento se ubica entre 0 y 5 %.

Los principales escurrimientos, el Río Bacoachi y Arroyo La Manga se encuentran inactivos, aunque en periodos de precipitación abundante vuelven a reactivarse. Cuando esto sucede, las aguas broncas buscan su salida hacia las zonas más bajas, dañando caminos y demás infraestructura que obstruye su paso. El Cauce del Río Bacoachi, desaparece poco antes de llegar a la costa, en un lugar denominado Playa San Bartolo, mientras que el cauce del arroyo La Manga alcanza la porción norte del estero La Cruz. El extremo terminal de este cauce hoy se encuentra transformado por la presencia de caminos, campos agrícolas y estanquería acuícola.

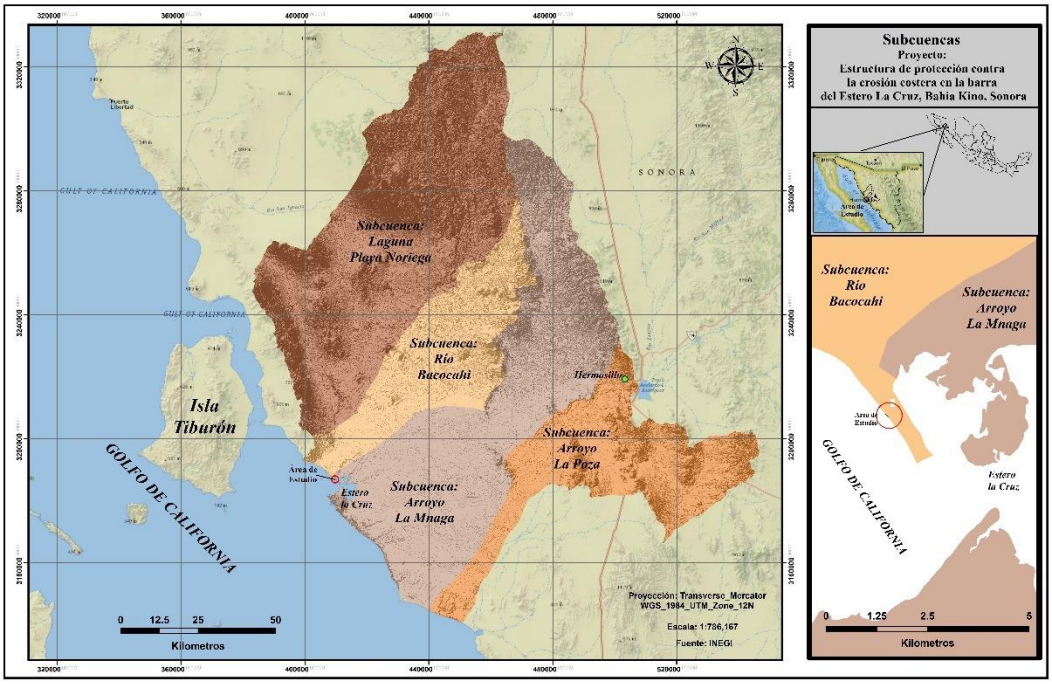


Figura IV. 6. Se muestran la división de las subcuencas presentes dentro de la Cuenca de Rio Bacoachi y su relacion con la subcuenca del arroyo La Poza (Cuenca Rio Sonora).

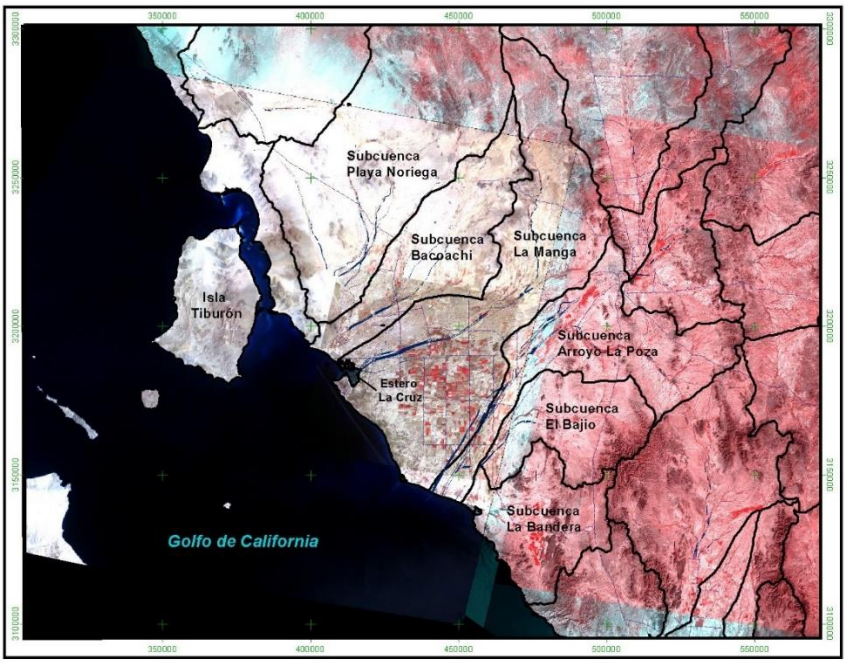


Figura IV. 7. Distribución de subcuencas en el área de influencia de la zona de estudio. Se indican los principales escurrimientos en color azul.

IV.2.2.2 Clima.

Para la descripción de los temas en este estudio se utilizaron diferentes fuentes de información y trabajos realizado de manera puntual en la Bahía de Kino, Laguna la Cruz y sus áreas de influencia. En la Tabla IV.4 se presentan los climas mas predominantes en el Estado de Sonora .

La Figura IV.8, muestra los climas predominantes en la cuenca del Rio Bacoachi y la Figura IV.9, la distribución del clima presente en el área de estudio. Este mapa muestra una clima muy homogéneo en toda la cuenca, dominando el clima muy árido semi cálido, con dos localizaciones muy puntuales en los extremos norte y sur de la cuenca muy árido y cálido.

Se tienen un clima muy homogéneo en toda la cuenca prevaleciendo el BWh(x') que de acuerdo a la clasificación de Koopen modificado por E. García (1989), corresponde a clima muy árido, semicálido. Solo en una pequeña porción al norte de la cuenca se tiene BSoh(x') descrito como árido y cálido. Además una zona muy reducida también al sur de la cuenca se tiene el BWh'(x'). que corresponde al clima muy árido y cálido.

De manera muy puntual para el área de estudio, se localiza una estación meteorológica con clave 26-053. Esta estación indica que Bahía de Kino tiene un clima muy seco semicálido (BWh). Se presenta una temperatura media máxima mensual de 30.7 °C en los meses de julio y agosto y una media mínima mensual de 14.1°C; en diciembre y enero, siendo la temperatura media anual de 28.3°C. La época de las lluvias se presenta en el verano en los meses de julio y agosto con una precipitación media anual de 100.6 milímetros, (Figuras IV.10 y IV.11).

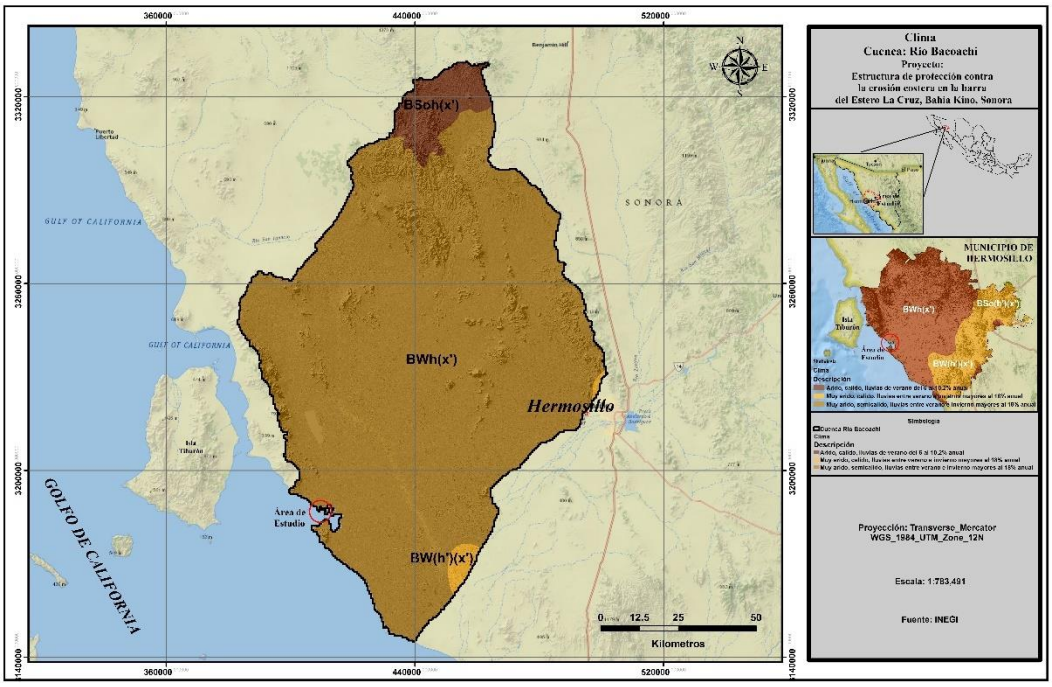


Figura IV. 8. Distribución de las clases de clima en la cuenca del Rio Bacoachi.

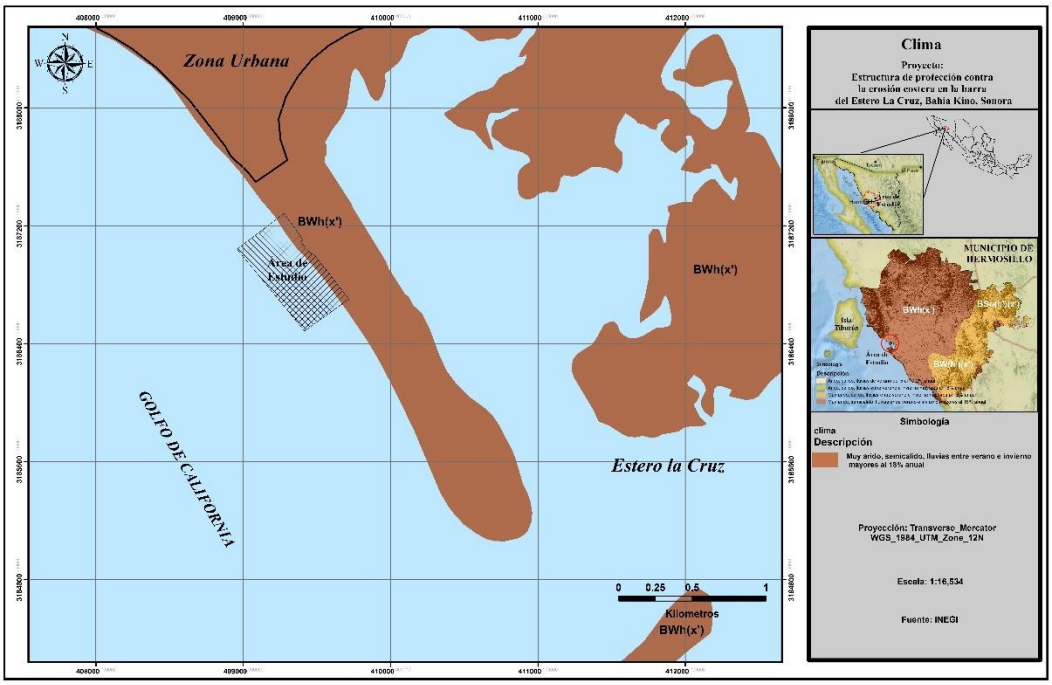


Figura IV. 9. Tipos de clima en el área de influencia del estudio.

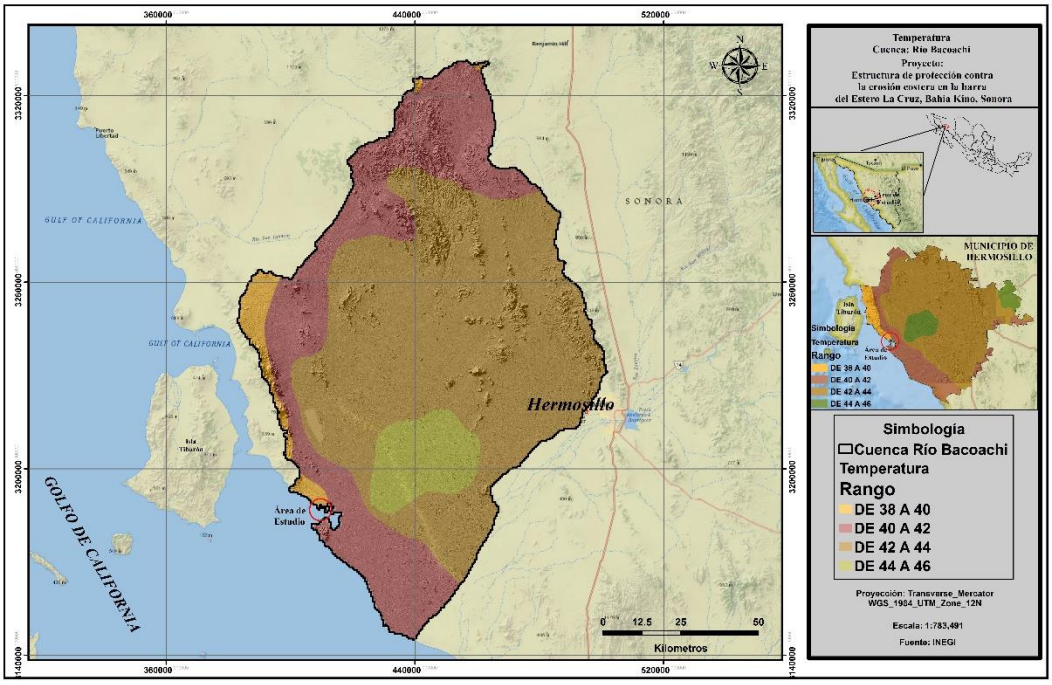


Figura IV. 10. Comportamiento de las temperaturas en la cuenca del Rio Bacoachi.

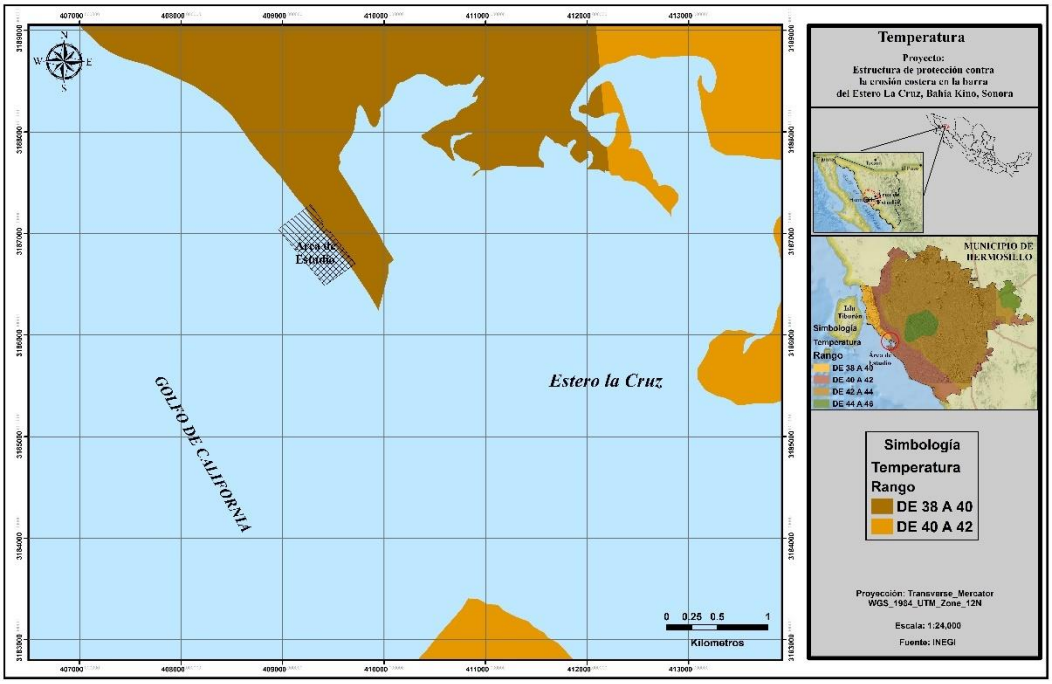


Figura IV. 11. Comportamiento de las Temperaturas en el área circundante al sitio del proyecto.

La Tabla IV.3, presenta la distribución de los tres climas predominantes y sus variaciones, encontrándose que el más extendido es el clima desértico, BW, que cubre la Llanura Sonorense, desde los 0 a 800 msnm; le siguen los esteparios, tanto el seco, BS0, como el semiseco, BS1, y finalmente el templado subhúmedo, C(w1).

Tabla IV. 4. Climas predominantes en Sonora.

Clima	Subclima	Clave	Superficie (Ha)
Desértico		BW	2'233,839
Estepario	Seco	BS_0	720,317
	Semiseco	BS_1	917,078
Templado	Templado (Subhúmedo)	$C(w_0)$	6,723
	Semifrío	C(E)	250
TOTAL			3'878,207

Fuente: Comisión Nacional del Agua 2008b

IV.2.2.3. Geología

En la zona de la cuenca del Rio Bacoachi, predominan los materiales de origen cuaternario (Figura IV.10). Ellos conforman las llanuras costeras colindantes que se transformaron por el uso agrícola o la deforestación por actividades extractivas.

Y en la figura IV.12 se aprecia de manera mas clara la geología de la zona de la Bahía de Kino y sus alrededores. Hacia el sur del estero se aprecia una gran planicie con origen lacustre del cuaternario, constituido por sedimentos de limos, arcillas y evaporitas. Esta superficie alguna vez estuvo sometida a la influencia intermareal y los diversos aportes terrestres, pero a consecuencia de la evaporación originada por las altas temperaturas generó una fase fuertemente salina. Presenta limitantes para la agricultura pero hoy se ha transformado drásticamente por la apertura de granjas acuícolas. Hacia el este, el cerro Hueso de Ballena se constituye por granodiorita del cenozoico, pero los procesos de arrastre formaron laderas circundantes con aluvión del cuaternario. Tanto al sur como al norte de esta elevación también se observan materiales arrastrados por transporte litoral, depósitos de arena constituidas por fragmentos de roca, cuarzo y feldespatos; estos configuran la barra arenosa que protege al estero, y el cordón de dunas ubicado al sur de punta La Cruz. Al norte del sitio se indican materiales provenientes del terciario y cenozoico**.**

Mas particularmente en la Bahía de Kino, se presentan tres grupos principales de roca: sedimentarias del Paleozoico, volcánicas y plutónicas del Mesozoico; y volcánicas y volcanoclásticas del Cenozoico. Las rocas más antiguas son rocas sedimentarias y metasedimentarias del Precámbrico Tardío y del Paleozoico depositadas en la plataforma continental de la costa Suroeste de lo que entonces era Norteamérica (Abbot, 2002).

En el Cenozoico se depositaron extensivamente andesitas, riolitas y vulcanoclastos en el Oligoceno y el Mioceno en el área dispersada como aluvión en el Cuaternario. (Moran, 1994). Este último es el tipo de rocas sedimentarias más común en la zona de Bahía Kino y regularmente se encuentra embebido en cenizas volcánicas y lava.

Como se indicó anteriormente, las andesitas y riolitas presentes en la zona, son indicadoras de actividad de subducción del antiguo margen pasivo (subducción). Esta actividad de subducción ocurrió entre 245 y 142 millones de años durante la era Mesozoica, y Bahía de Kino se encontraba exactamente en la orilla de una placa convergente con volcanes en erupción a sus alrededores y la continua actividad telúrica que los caracteriza (Moran, 1994). A su vez, los granitos y granodioritas comunes en Bahía Kino, que datan de 65 a 90 millones de años, indican la larga duración de la actividad de subducción en la zona, misma que continuó durante la era Cenozoica con la depositación de andesitas y riolitas en el Oligoceno y el Mioceno en el área.

En la Figura IV.13, se observa con mayor detalles loe elementos geológicos y como ya se ha mencionado, el sitio del proyecto esta localizado en la porción marina frente a la barra arenosa del estero, conformada por materiales no consolidados denominados litoral del cuaternario, es decir relativamente son sedimentos muy recientes.

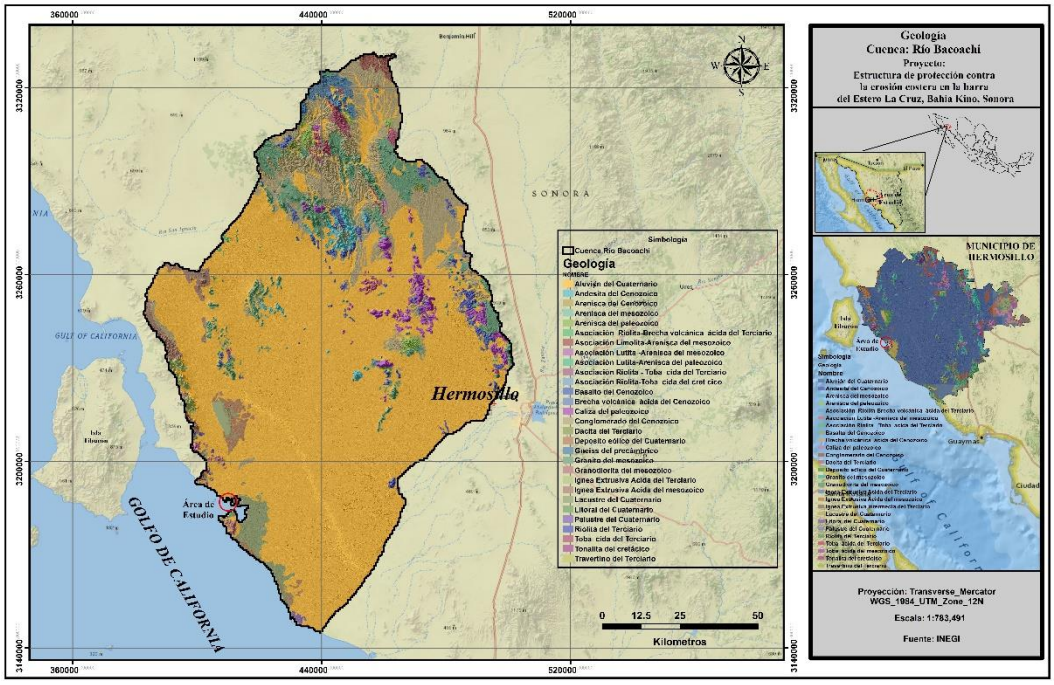


Figura IV. 12. Geología del área terrestre aledañas al sitio del proyecto.

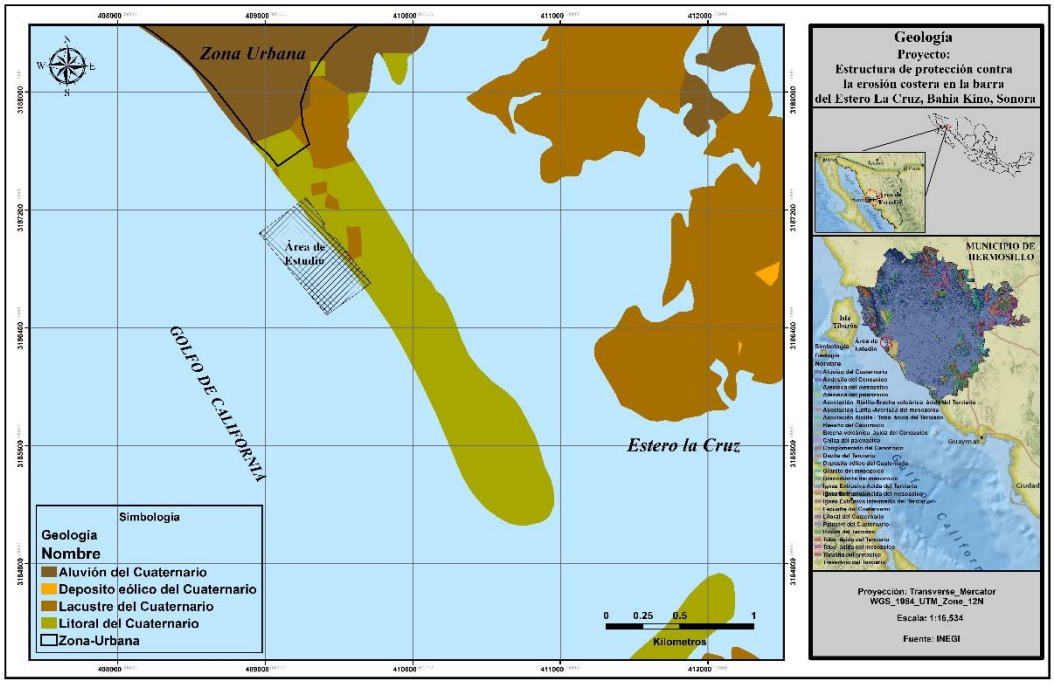


Figura IV. 13. Geología puntual del área circundante terrestre al sitio del proyecto.

IV.2.2.4. Suelos.

La principal forma en que las plantas obtienen el agua y nutrientes es a partir del suelo. Por esto es importante considerar la productividad de los suelos y la clasificación de suelos de FAO-Unesco que se utiliza en el país da una idea de la productividad posible de los suelos.

En la figura IV.14, se presenta la clasificación de los suelos que distribuyen en toda la cuenca del Rio Bacoachi. Se observa la dominancia de suelos litosol en la porción central de la cuenca, regosol en la porción norte y área aledaña a Bahía Kino. Con cobertura menor se observan los suelos del tipo litosol, cambisol, xerosol y yermosol. Los primeros se corresponden con un tipo de suelo muy somero sobre roca dura, los cambisoles muestran un fuerte grado de intemperismo, y los xerosoles presentan acumulaciones de carbonato cálcico o acumulaciones de arcilla aluvial. En menor proporción y sobre os cauces de los arroyos se tienen suelos tipo fluvisole, que son suelos formados por el arrastre de material transportado, generalmente de textura media o gruesa, y cuya acumulación ha hecho factible la presencia de los acuíferos de plano de inundación.

La edafología mas especifica en la Bahía de Kino, de la zona circundante al área en su extremo norte son suelos del tipo Solonchak Takírico, más al sur hay dos extensiones de Litosol a la altura de la localidad de El Rancho y al norte de Cerro Prieto que están rodeadas por un área mucho mayor de Regosol Éutrico. Para luego cambiar el suelo a tipo Solochnak Órtico, rodeando al estero y extendiéndose unos 5 km hacia el sur. Se vuelve a encontrar Litosol con inclusiones de suelo de tipo Yermosol Háplico Litosol.

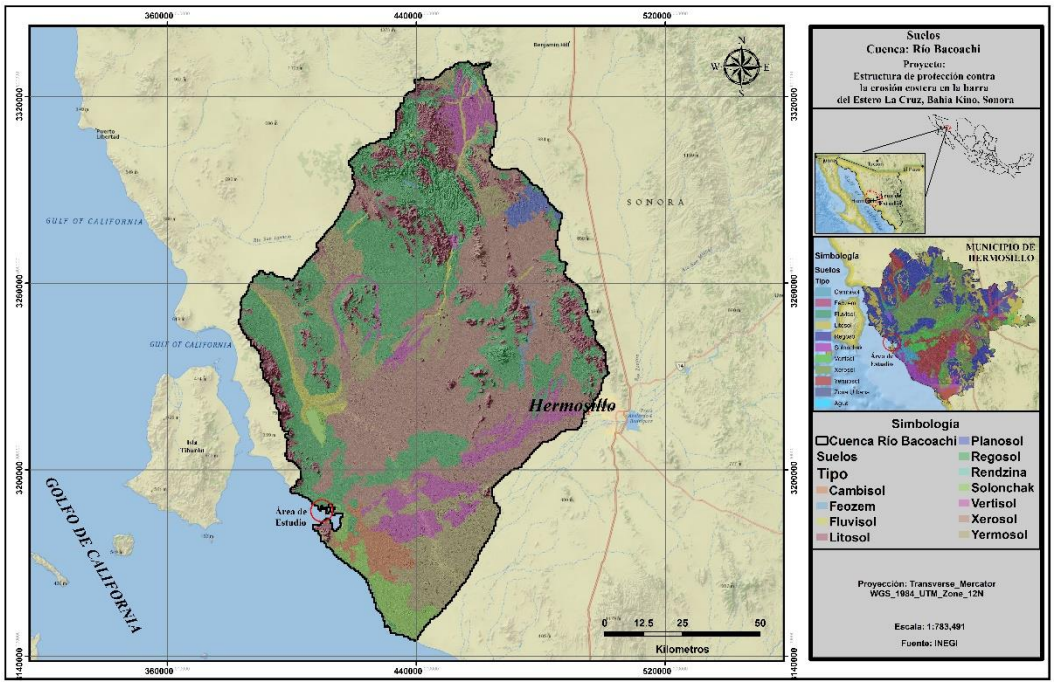


Figura IV. 14. Distribución de los tipos de suelos en la Cuenca del Rio Bacoachi.

En el área inmediata a la barra del estero, destacan por su cobertura los suelos solonchak y regosol. Los primeros presentan alta concentración de sales solubles, mientras que los segundos se constituyen por una capa somera ubicada sobre materiales no consolidados. Las áreas inmediatas al estero presentan zonas donde se acumula el salitre, por ello la predominancia de este tipo de suelos que limita también su uso para agricultura por la presencia de salinidad. Los suelos específicos del sitio del proyecto en el medio marino, estarán definidos por los resultados de la mecánica de suelos, que se presenta en al apartado correspondiente Sin embargo, se presentan los tipos de suelo que prevalecen en la barra del estero La Cruz, que esta frente al sitio del proyecto, donde se tiene la presencia de suelos tipo regosoles, que son suelos jóvenes, delgados, poco desarrollados y de baja productividad, generalmente asociados a las zonas montañosas o en casos específicos costeros a las playas arenosas, (Figura IV.15).

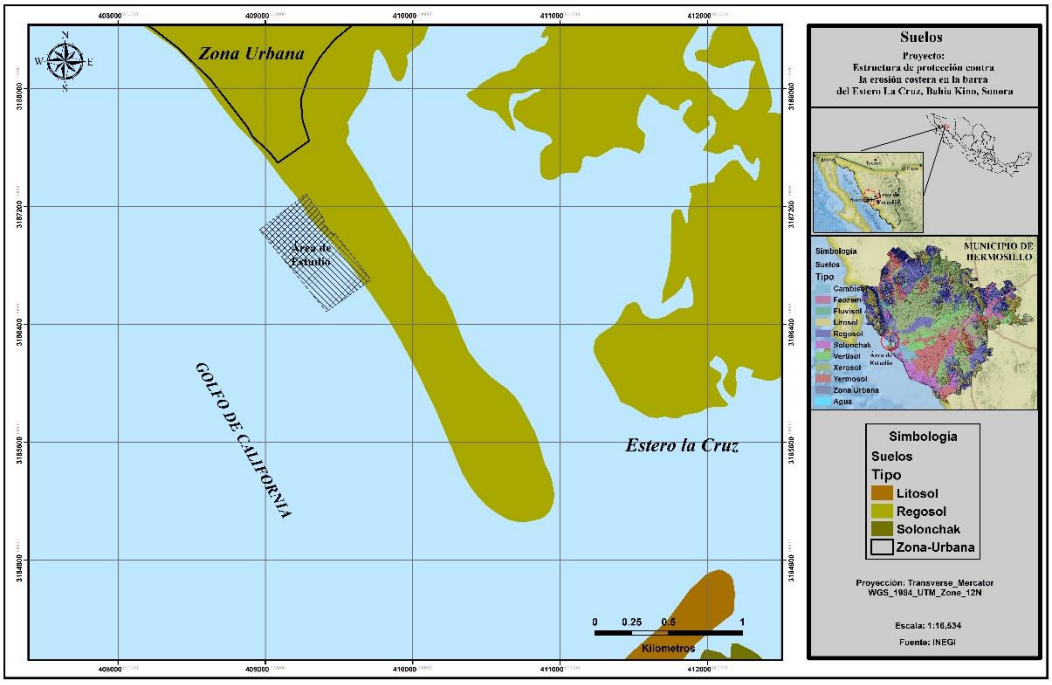


Figura IV. 15. distribución de los tipos de suelo en el área terrestre aledaña al sitio del proyecto.

IV.2.2.5. Fisiografía.

En la Figura IV.16, se muestra el sistema de clasificación de topoformas que representan las distintas formas del terreno en la cuenca del Rio Bacoachi. El sistema de topoformas más abundante en la cuenca es Gran Bajada con lomeríos cubriendo prácticamente el 70% de la cuenca, sobre todo en la región central. Al norte se tienen bien localizadas dos áreas: una de sierras escarpadas complejas con lomeríos y la segunda separada por la anterior en dos zonas de lomeríos complejos con bajadas del centro. Adema, Se identifica una área denominada playa, hasta donde se reconoce el flujo del rio Bacoachi y a partir de allí se pierde. Al sur del Estero la Cruz destacan la llanura deltaica salina y una zona de abanico aluvial que forma parte de lo que fue el distrito de riego de la costa de Hermosillo.

Las principales características costeras de Bahía de Kino son playas, acantilados, estuarios, barras de arena, dunas de arena y plataformas moldeadas por el oleaje, abanicos aluviales y bajadas. El sitio del proyecto se encuentra al sur de la Bahía de Kino, aproximadamente en la porción central de la barra del estero La Cruz. La mayor extensión de dunas arenosas presentes en el área de Bahía Kino se encuentra al Sur del Estero Santa Cruz y al Sureste de Punta San Nicolás, donde largos segmentos de la costa están constituidos por dunas costeras, (Cervantes-Zamora *et al*., 1990).

Y para observar a mayor detalles se presenta la siguiente Figura IV.17, aunque el sitio del proyecto queda en la porción marina y se caracteriza por la presencia de una sola provincia denominada Gran bajada con Lomerío.

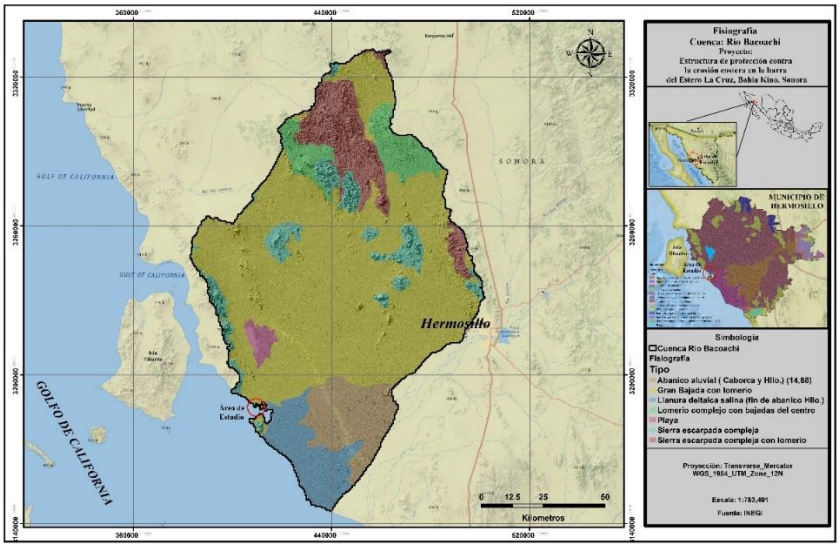


Figura IV. 16. Fisiografía de la cuenca del Rio Bacoachi.

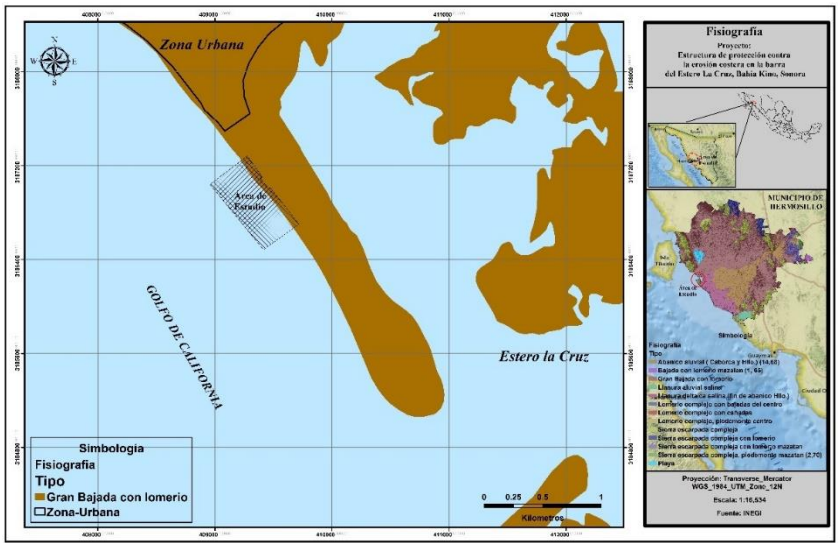


Figura IV. 17. Fisiografía del área aledaña al sitio del proyecto.

IV.2.2.6. Perturbaciones Atmosféricas Tropicales.

Los arreglos desorganizados de nubes y tormentas de truenos, es a lo que se le denomina perturbación atmosférica tropical. La clasificación de las perturbaciones atmosféricas tropicales, según la magnitud de la velocidad del viento, está dada en tres grandes grupos (Frías, 1988). El primer grupo es el de la depresión tropical (TD), cuyas magnitudes de viento presentan un máximo de 40 km/hr. Otro grupo son las tormentas tropicales (TS), las cuales presentan magnitudes desde los 40 km/hr. hasta los 120 km/hr. (Frías, 1988); y por último, los huracanes (HN), los cuales presentan velocidades mayores a los 120 km/h. Estos últimos se clasifican a su vez según la escala de Saffir-Simpson, como se presentan en la Tabla IV.4.

Tabla IV. 5. Escala de Huracanes Saffir-Simpson. Tomado de Lutgens 2001.

Categoría	Presión central (mb)	Velocidad del viento (Km/hr)	Marea de tormenta (m)
1	≥ 980	119-153	1.2-1.5
2	965-979	154-177	1.6-2.4
3	945-964	178-209	2.5-3.6
4	920-944	210-250	3.7-5.4
5	<920	>250	>5.4

Las figuras IV.18 a la IV.20, muestran la ubicación y categorías atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California, que han tenido un potencial impacto en el Estado de Sonora, para distintos periodos a partir del año de 1957 hasta el año 2020.

Se observa que a lo largo de la historia, se han presentado 31 eventos que han tenido alguna repercusión en el estado de Sonora, bajo alguna categoría. Principalmente se puede observar que la mayor parte de los eventos han llegado al estado bajo la categoría de Tormenta y Depresión Tropical, mientras que bajo la categoría de huracanes, los efectos se han presentado mas hacia el sur del estado. Una de las tormentas tropicales que han tenido mayor efecto en la zona de Bahía Kino, donde se localiza el proyecto es el huracán Lester en 1992 que aunque toco la zona como Tormenta Tropical, fue mucho el tiempo que estuvo prácticamente estacionado frente a las costas de Bahía Kino, generando efectos mas fuertes en Kino y la costa de Hermosillo, provocando severas inundaciones en Bahía Kino y daños a la infraestructura carretera y agrícola en la costa de Hermosillo principalmente, ya que para esas fechas la actividad camaronícola apenas iniciaba.

Cabe señalar, que anteriormente a la Tormenta Tropical Lester (1992) se había presentado otro evento ocasionado por la Tormenta Tropical Raymond (1989). Fue hasta que la Depresión Tropical Hilary (1993) 11 años después de Lester se presentó un nuevo meteoro y pasaron 9 años para que llegara la depresión Tropical Javier, que afectó también la zona, sin embargo, el evento mas reciente con efectos importantes fue la Tormenta Tropical Newton en el 2016. Por ello, desde ya hace 4 años, no se ha presentado ningún evento que haya entrado al Golfo de California, con repercusiones importantes en el área del proyecto. Adicionalmente otras perturbaciones que no propiamente entraron por la zona causaron daños considerables en la infraestructura y casas habitación en Bahía Kino, Henriette 2007, Odile 2014 y Linda (Sixteen) 2015.

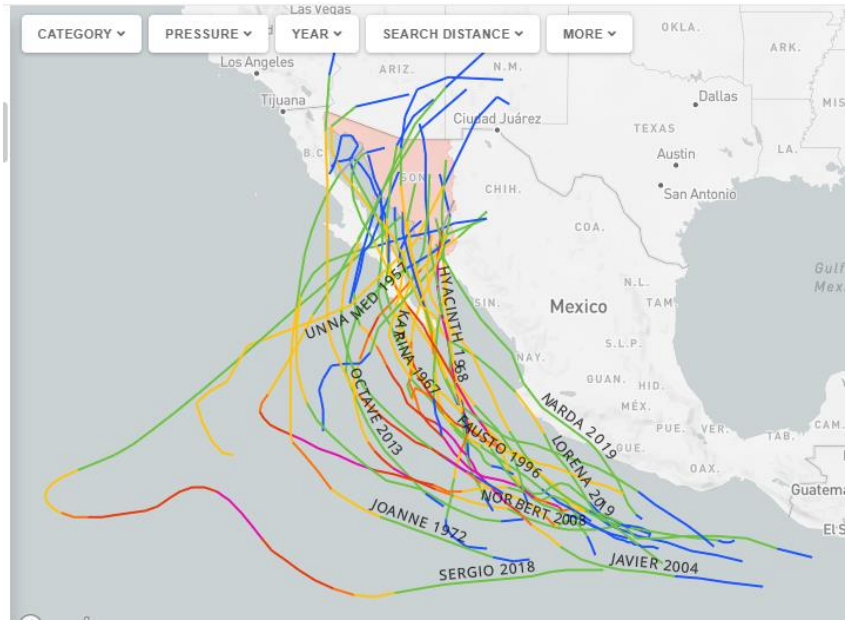


Figura IV. 18. Trayectoria histórica de huracanes que han tenido una influencia sobre el Estado de Sonora entre 1957 y 2020. (color rojo: huracán, color verde: tormenta tropical, color azul: Depresión tropical)

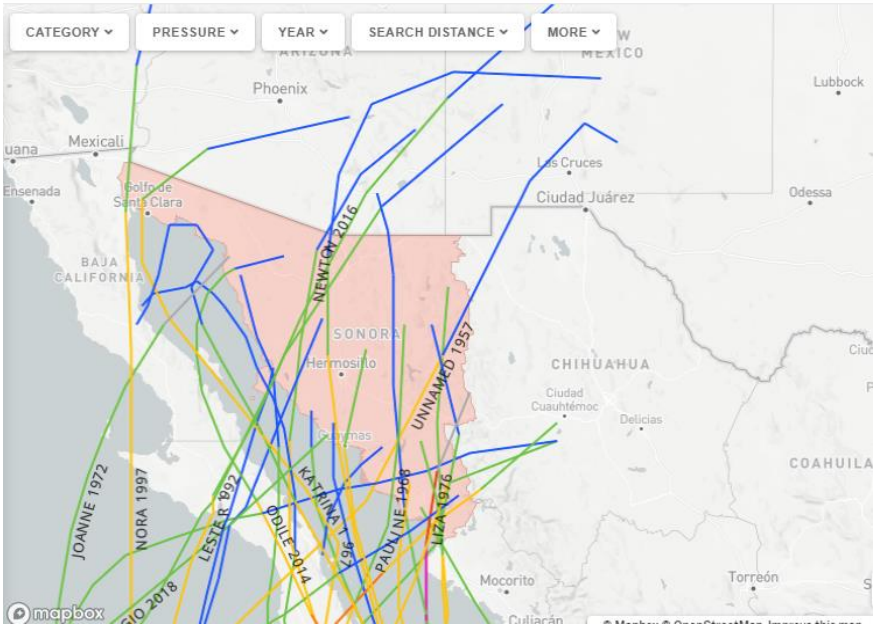


Figura IV. 19. Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en el estado se Sonora de manera más detallada entre 1957-2020. Categoría Saffir-Simpson.

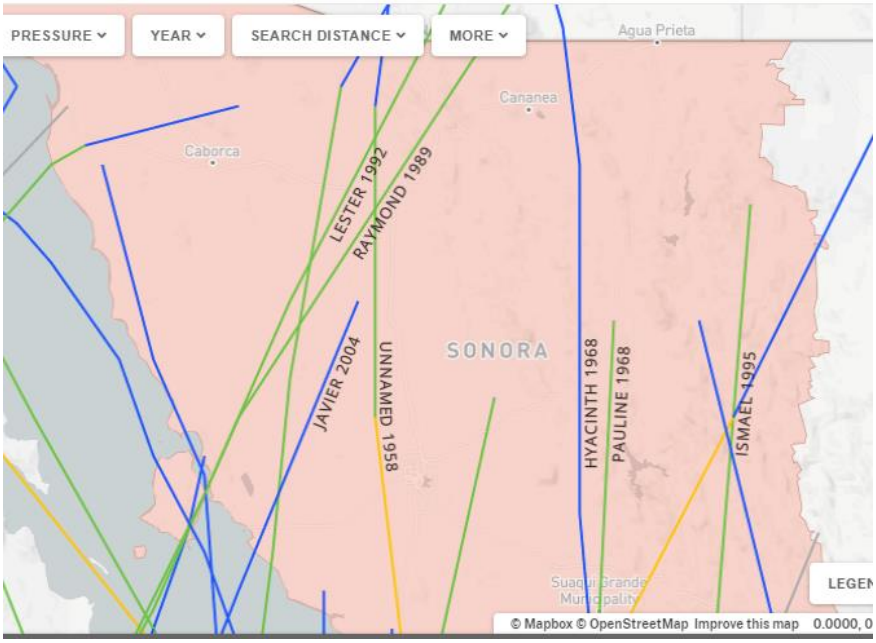


Figura IV. 20. Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del proyecto. Período: 1958-2020. Categoría Saffir-Simpson.

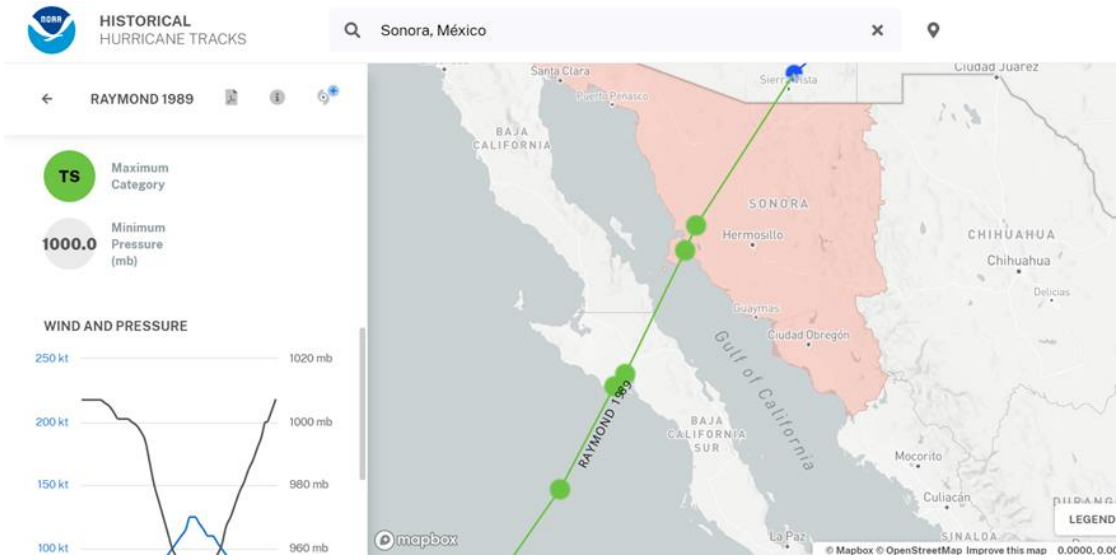


Figura IV. 21. Trayectoria de huracán Raymond en 1986, llega como Tormenta Tropical a la region de Bahía Kino.

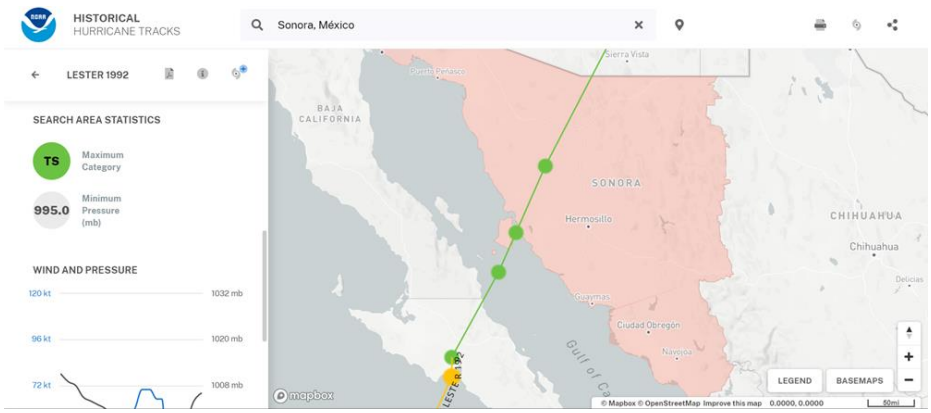


Figura IV. 22. Trayectoria de Lester en 1992, pega como Tormenta Tropical a la region de Bahía Kino.

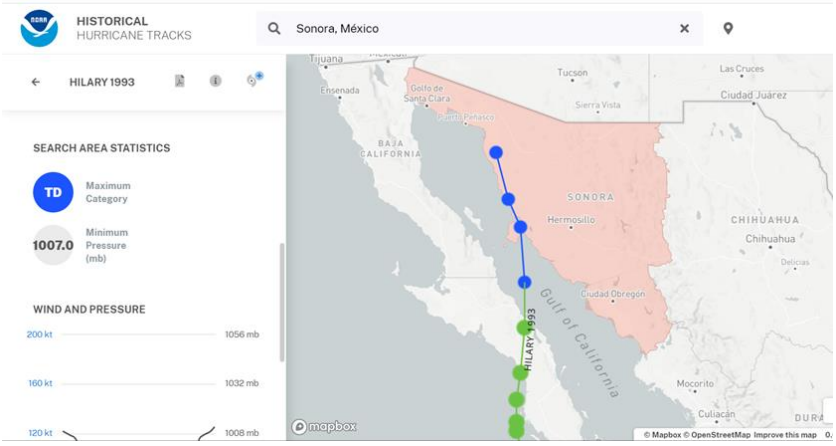


Figura IV. 23. Trayectoria de Hilary en 1993, pega como Depresión Tropical a la region de Bahía Kino.

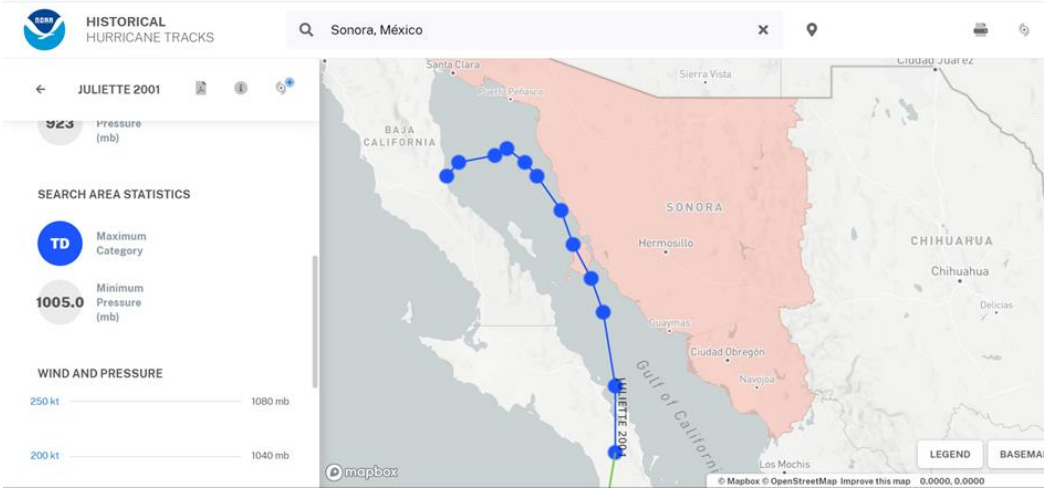


Figura IV. 24. Trayectoria de Jouliette en 2001, pega como Depresión Tropical a la region de Bahía Kino.

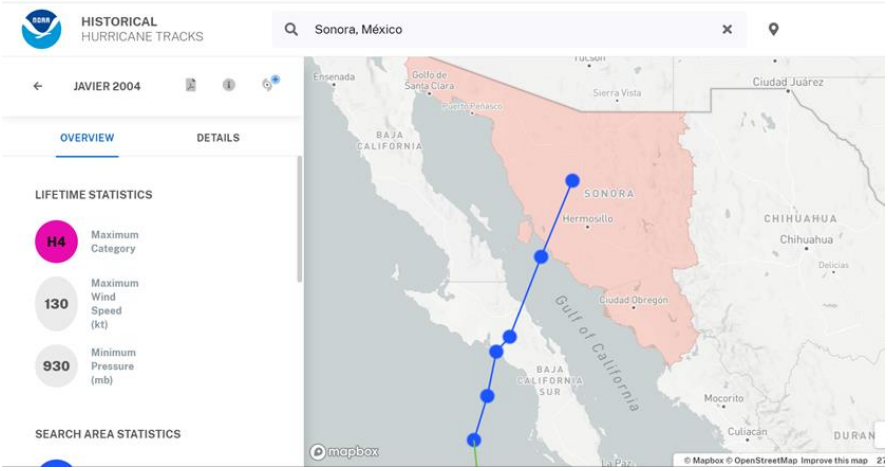


Figura IV. 25. Trayectoria de Javier en 2004, pega como Depresión Tropical a la region de Bahía Kino.

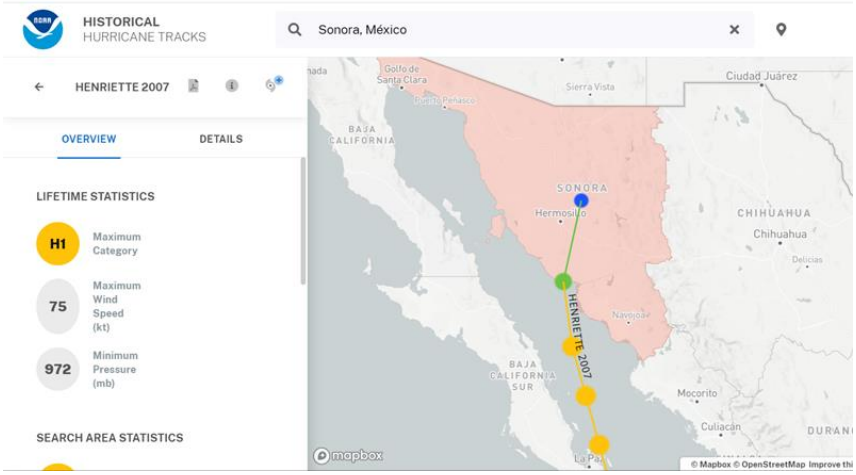


Figura IV. 26. Trayectoria de Henrriete 2007, pega como Tormenta Tropical a la región de Bahía Kino.

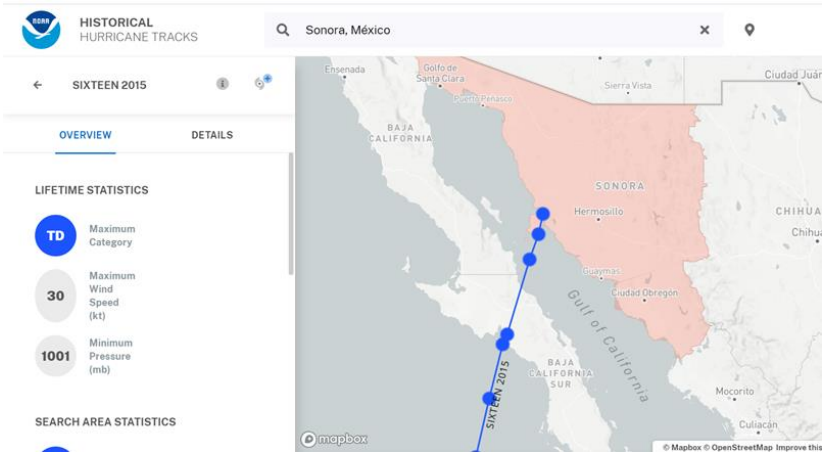


Figura IV. 27. Trayectoria de Linda 2015, pega como Depresión Tropical a la región de Bahía Kino.

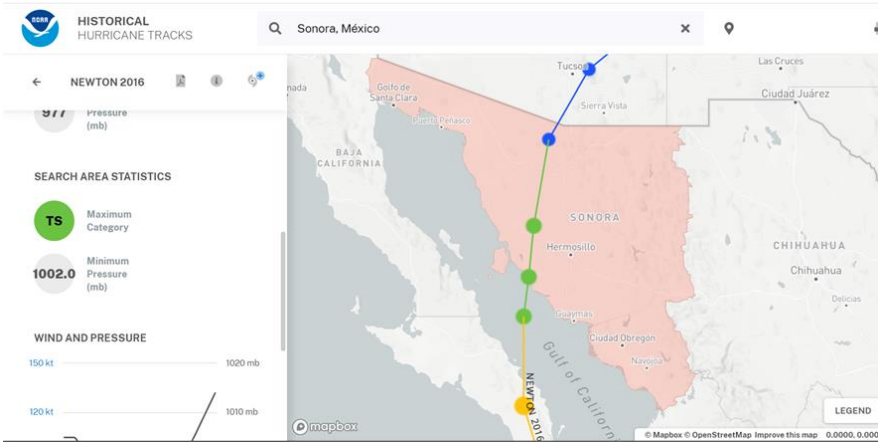


Figura IV. 28. Trayectoria de Newton 2016, pega como Tormenta Tropical a la región de Bahía Kino.

Para finalizar este tema, se tiene un análisis estadístico de la serie completa de perturbaciones atmosféricas tropicales en el interior del Golfo de California. De este análisis obtenemos que el mayor tipo de perturbación que se ha presentado son las tormentas tropicales. Éstas, tienen un período de recurrencia de ~3 años. Para tiempos de recurrencia de 3 a 5 años se tienen los huracanes categoría uno y las tormentas tropicales. Los períodos de recurrencia de las depresiones tropicales son de poco más de 6 años, mientras que para los huracanes categoría dos en adelante, los periodos de recurrencia son mayores a los 20 años. En la Tabla IV.6, se muestran los periodos de recurrencia de las perturbaciones atmosféricas tropicales.

Tabla IV. 6. Recurrencia de las depresiones atmosféricas tropicales que afectan al Golfo de California.

Inicio:	1955	**Final:**	2009
Tipo de perturbación atmosférica tropical	**Ocurrencia**	**Frecuencia**	**Recurrencia**
Depresión Tropical	8	0.148148148	6.75
Tormenta Tropical	18	0.333333333	3
Huracán Categoría 1	18	0.333333333	3
Huracán Categoría 2	3	0.055555556	18
Huracán Categoría 3	2	0.037037037	27
Huracán Categoría 4	1	0.018518519	54
Huracán Categoría 5	0	0	0

IV.2.2.7. Calidad del aire.

No existen registros para el área de parámetros para medir la calidad del aire. Aunque si existe un aforo importante de circulación de vehículos sobre todo en fines de semana y días festivos que generan principalmente polvo y partículas suspendidas; no se pudiera considerar propiamente que se trate de contaminación, dado que es temporal y muy localizada.

IV.2.2.8. Vientos.

En cuanto a los datos climatológicos, el viento es un aspecto determinante en la vida de Bahía Kino, pues influyen fuertemente en la navegación y recreación marina, y con ello en las actividades económicas marinas, independientemente de su papel en la generación de las surgencias por viento características en el Golfo de California. La zona presenta fuertes vientos del sureste durante el verano (junio-agosto) que soplan noche y día, así como del noroeste en invierno (diciembre-febrero), que por lo regular soplan solo durante el día con duración de 2-5 días. Durante marzo y abril se presentan una calma relativa. Existen otros tipos de viento, los llamados localmente “Westes” que provienen del oeste y que son comunes de octubre a febrero. Los toritos son vientos del este que se presentan en verano, al igual que los chubascos solo que estos transportan humedad y en ocasiones provocan fuertes lluvias (Moreno, R. C., 2005).

IV.2.2.9. Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de roca y posible actividad volcánica.

a). Sismicidad

Sonora está considerada entre las ocho primeras entidades a nivel nacional con mayor vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos (Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora, 2009) y se considera como una zona de sismicidad intermedia en función a las zonas sísmicas establecidas por el Sistema Sismológico Nacional.

En las zonas costeras del estado de Sonora el riesgo aún es mayor, ya que además de que existe una interacción entre los procesos exógenos de carácter continental y marino, los procesos de carácter endógeno, como es el caso de los tectónicos, hacen a ésta zona aún más vulnerable, dada la cercanía que se tiene con el sistema de fallas de San Andrés.

En el 2013, se elaboró el Atlas de Riesgos del Municipio de Hermosillo, dentro del cual se encuentra Bahía de Kino. Este trabajo aborda los diferentes tipos de riesgos geológicos e hidrometeorológicos a los que se encuentra expuesta la población, puntualizando y detallando los de la ciudad de Hermosillo. Martínez-Marmolejo (2018) elaboro un estudio para determinar los riesgos geológicos e hidrometeorológicos en el área de Bahía de Kino

Si bien es cierto que los fenómenos hidrometeorológicos son los de mayor recurrencia y los que han producido mayor afectación tanto en la ciudades y zonas rurales de las costas sonorense (SEDESOL, 2011), no se debe dejar de lado los de origen geológicos. La región costera del Estado de Sonora se considera como una zona sísmica activa, registrándose una cantidad de sismos en un radio menor de 100 Km, para el caso de la región de Guaymas-Bahía de Kino se tiene que, en un rango de 66 a 68 km, se presentan sismos con magnitudes no mayores a los 7° en la escala de Richter, considerándose ambas regiones en el sexto y séptimo lugar respectivamente dentro del grado de peligrosidad sísmica de las Ciudades del noroeste de México (López-Pineda L., 2010).

La sismicidad es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguirá manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado. (CENAPRED, 2004). Los sismos no pueden predecirse, es decir, no existe un procedimiento que hasta el momento

establezca con claridad la fecha y el sitio de su ocurrencia, así como el tamaño del evento. Para conocer el grado de peligro sísmico en Bahía de Kino Sonora, se recurrió a la Regionalización Sísmica de CFE, la cual se generó empleando los registros históricos de los grandes sismos en México. Con los catálogos de sismicidad y de aceleración del terreno se establecieron 4 zonas sísmicas (Figura IV.29).

La república mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas: A, B, C, D. ¬ La zona A no se tienen registros históricos de sismos; no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. ¬ Las zonas B y C son intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad. ¬ En la zona D se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

De acuerdo con la información proporcionada Bahía de Kíno, Sonora se encuentra dentro de la región sísmica B, que es una zona intermedia donde los sismos son poco frecuentes; lo que indica que el grado de peligro es medio-bajo.

La región de Bahía de Kino, está ubicada en un área de actividad sísmica moderada, según los datos sísmicos disponibles, aproximadamente de 1918 hasta 2015 (Servicio Sismológico Nacional y U.S. Geological Survey, 2015), indican que este tipo de actividad está relacionada con la extensión al sur del sistema de Fallas de San Andrés. Este sistema dentro del Golfo de California, consiste en un conjunto de fallas transformantes de tipo lateral derecho, con rumbo aproximado NW 50°, siendo una de las zonas sísmicas más activas a nivel mundial y entra a tierra cerca de Mexicali y se liga más al norte con la Falla San Andrés, en su extensión hacia el sur, dentro del Mar de Cortés, esta zona presenta menor actividad, pero sin dejar de presentarse sismos con magnitudes mayores o igual a 7° en escala de Richter.

Figura IV. 29. Regionalización de la República Mexicana en base a su sismicidad y la ubicación del sitio del proyecto

Aunque los terremotos de un grado considerable no son tan comunes en Sonora, ya se han presentado algunos, el más grave ocurrió en Bavispe, el 3 de mayo de 1887, el cual llegó a 7.2 grados en la escala de Richter, mismo que causó la muerte de 44 personas, durante el sismo y daños físicos posteriores.

El último sismo de grado considerable que haya ocurrido en algún Municipio de Sonora, se presentó en 1945 en el puerto de Guaymas, el cual alcanzó una escala de 6.8 grados.

En el estado de Sonora se han registrado sismos leves y algunos casi imperceptibles, con epicentro en las profundidades del mar de Cortés o golfo de California, frente al puerto de Guaymas, algunos de estos se han sentido el 20 de noviembre de 1977, 10 de febrero de 1984, 5 de septiembre de 1986, 2, 3 y 11 de octubre de 1992. El 7 y 8 de octubre de 1993 se registraron movimientos terrestres en los municipios de Granados y Huásabas que pusieron en alerta a la población. Entre junio y julio del 2001 se registraron algunos sismos en Granados, descartándose que hayan sido causados por la falla de Bavispe.

De acuerdo con datos del Servicio Geológico de Estados Unidos, el día viernes 23 de febrero del 2007 se presentaron tres sismos; el primero de ellos de una magnitud de 4.3 grados en la escala de Richter y los otros dos de 4.7 grados, con epicentro junto a la costa del estado de Baja California Sur. El siguiente día 24 de febrero, a las 18:18 horas, pudo registrarse otro sismo con una magnitud también de 4.7 grados Richter, y el día 25 ocurrieron otros dos temblores más: a las 08:00 horas y a las 08:03 con magnitud de 5.3 y 5.1 grados en la escala de Richter, de manera respectiva.

El 12 de abril del 2012 según datos proporcionados por el Servicio Sismológico Nacional, siendo las 12:05 Hrs, se registró un Sismo de 6.0° Escala Richter a 150 km aproximadamente al oeste de Hermosillo, con epicentro a 111 km al Noroeste de Guerrero Negro en Baja California Sur. Posteriormente a las 12:15 horas, se registró un segundo sismo con escala Richter de 6.8°, también a 150 km al Oeste de Hermosillo y con epicentro a 111 km al Noroeste de Guerrero Negro. Ambos movimientos telúricos se sintieron con firmeza y cierta intensidad en varios municipios del estado, desde el norte, centro y sur, no se tiene registro de personas lesionadas; sin embargo, se realizó una inspección física en cada uno de las localidades para determinar posibles afectaciones o daños materiales en casas o edificios.

En el 2017 se presentó un sismo que tuvo afectaciones en algunas localidades del estado de Sonora, siendo de los de más afectación en los últimos años, en infraestructura educativa, agua potable, drenaje, algunas situaciones colapsadas, sí sufrió daños el Estado en algunos municipios como Obregón, Álamos y Navojoa.

Por lo que debido a esta frecuencia, pudiera parecer que estos siniestros están alejados de toda posibilidad, la realidad es que anualmente se presentan varios sismos, de bajas intensidades. Durante el 2020 se presentaron nueve terremotos en el Estado de Sonora, de entre 3 y 4 grados en la escala de Richter, dos en Cananea, tres en Magdalena, tres en Santa Ana y uno en Nacozari de García. El último fue el 8 de agosto del 2020 en Cananea, con una intensidad de 3.5 grados. En esa ocasión no hubo pérdidas humanas que lamentar, ni tampoco personas lesionadas, pero sí hubo daños económicos, debido a la afectación de diversa infraestructura en municipios del Sur de la entidad.

En resumen, la región de Bahía de Kíno, está ubicada en un área de actividad sísmica moderada, según los datos sísmicos disponibles, aproximadamente de 1918 hasta 2015 (Servicio Sismológico Nacional y U.S. Geological Survey, 2015), indican que este tipo de actividad está relacionada con la extensión al sur del sistema de Fallas de San Andrés. Este sistema dentro del Golfo de California, consiste en un conjunto de fallas transformantes de tipo lateral derecho, con rumbo aproximado NW 50°, siendo una de las zonas sísmicas más activas a nivel mundial y entra a tierra cerca de Mexicali y se liga más al norte con la Falla San Andrés, en su extensión hacia el sur, dentro del Mar de Cortés, esta zona presenta menor actividad, pero sin dejar de presentarse sismos con magnitudes mayores o igual a 7°en escala de Richter. (Martínez Marmolejo, 2018).

De acuerdo a información documentada por este autor, con datos del Servicio Sismológico Nacional, la mayor parte de sismos en el estado de sonora se localizan al noroeste, oeste y suroeste del estado en el mar de Cortés y algunos en el noreste, así como algunos distribuidos en el sur del estado (figura IV. 30). En los últimos 41 años se han registrado alrededor de 10 sismos mayores de 6°.

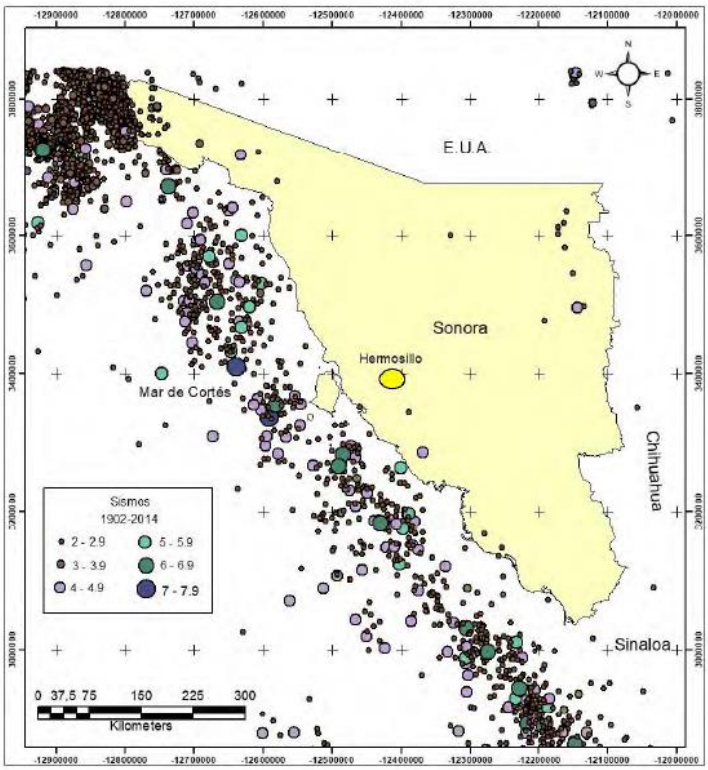


Figura IV. 30.- Esta imagen muestra la sismicidad de Sonora y la distribución de focos sísmicos con sus respectivas magnitudes. Fuente: Servicio Sismológico Nacional, 2015 y U.S.Geological Survey, 2015. (Tomado de Martínez Marmolejo, 2018).

b). Tsunamis.

Los Tsunamis son eventos complejos donde una serie de olas de gran energía y tamaño variable se producen en los bordes de las placas tectónicas, debido al deslizamiento vertical de una placa, generando el desplazamiento vertical de una gran masa de agua. Este tipo e olas remueven una cantidad de agua superior a las olas superficiales producidas por el viento. De acuerdo con el catálogo de tsunamis ocurridos en México a partir del S. XVIII, se han registrado el arribo de 60 tsunamis a la costa occidental de México en los últimos 250 años. Los tsunamis de origen lejano han tenido olas de 2.5 m. de altura y los de origen local han tenido olas de 5 m. en promedio y excepcionalmente hasta 10 m. de altura, causando pérdida de vidas y bienes con la consecuente destrucción de comunidades. En la historia reciente no se tiene conocimiento de que en México hayan ocurrido tsunamis tan destructivos.(tomado de Marmolejo Martínez, 2018).

Los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, están expuestos a tsunamis locales y lejanos, mientras que Baja California, Sonora y Sinaloa, están expuestos a tsunamis lejanos y regionales (figura IV.31).

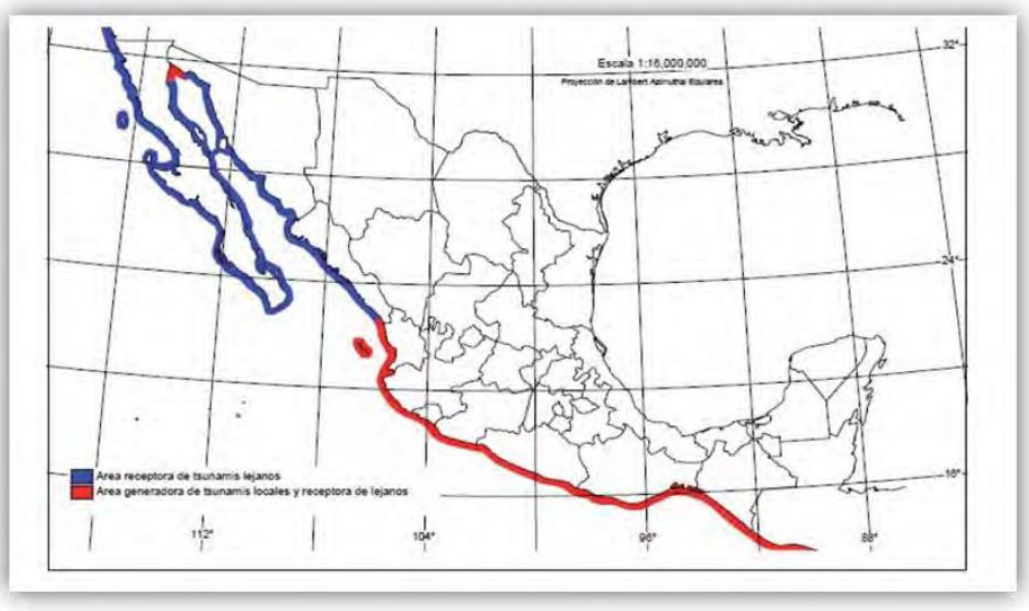


Figura IV. 31. Areas de la republica expuesta a tsunamis lejanos (noroeste) y a locales y lejanos (sureste del país).

c). Erosión Costera (Tomado de Martínez Marmolejo, 2018).

Se entiende por Erosión Costera la modificación (retroceso) de la línea de costa preexistente con la consiguiente pérdida de sedimentos. Aunque constituye un tema clásico en la tradición de la geomorfología costera (Pardo, 1991; Viciana, A. 1998) y en la literatura sobre riesgos naturales (Lechuga, 1995) y, aunque puede presentarse unido (en eventos de baja frecuencia y alta intensidad como temporales —storm surges— y tsunamis) a los riesgos de inundación, posee características diferenciadoras tanto desde la perspectiva de las metodologías para evaluar el riesgo, como desde las estrategias y experiencias de su gestión y mitigación.

El desarrollo de la actividad turística y recreativa en el área de Bahía de Kino es importante para la vulnerabilidad de la playa, ya que la velocidad de erosión en esta zona puede variar de manera considerable en el espacio y en el tiempo.

La erosión de la zona de Costa en Bahía de Kino ocasiona un impacto en las áreas habitacionales y recreativas, las cuales constituyen ambientes frágiles y dinámicos debido a la interacción entre componentes naturales y socioeconómicos; este fenómeno provoca la pérdida de playas, el avance de la línea costera, la pérdida de ecosistemas, la destrucción de playas y cambios en la batimetría y morfología costera.

Martínez-Marmolejo, (2018), Establece como el riesgo de mayor importancia las inundaciones fluviales, pluviales y de marea para la Población de Bahía de Kino, de acuerdo con las variables consideradas de valoración cualitativa. Y en segundo lugar es la erosión costera, debido a que se tiene una acción erosiva constante en la línea de costa y de manera considerable, presentándose de forma permanente, con un tiempo de recuperabilidad a mediano y largo plazo, (Figura IV.32)

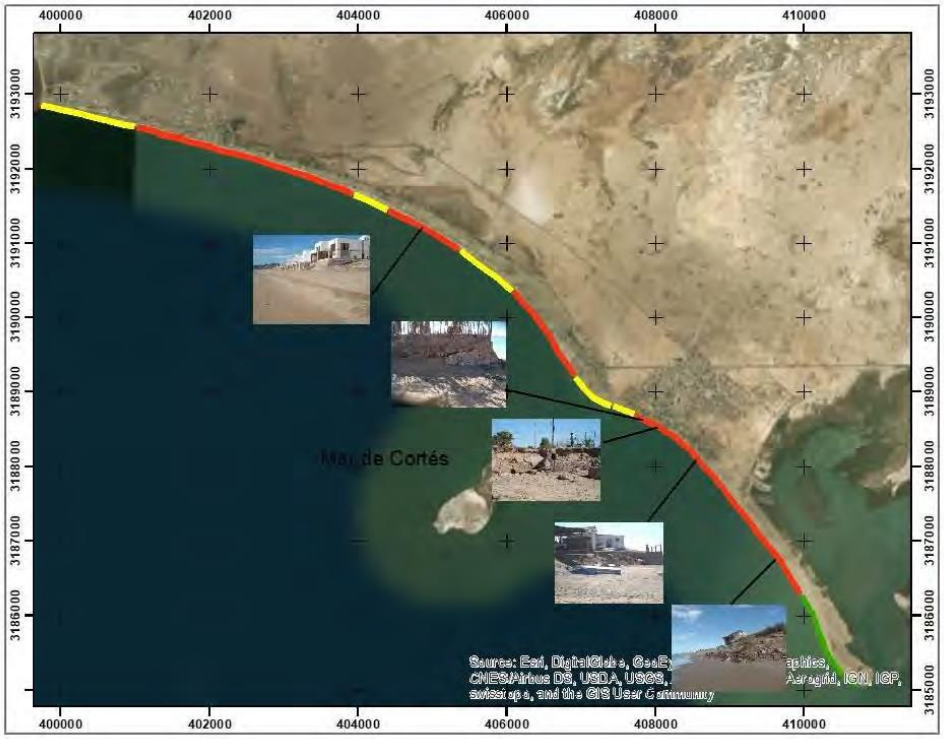


Figura IV. 32. Resultados del estudio de evaluación de riesgos por erosión costera en la Bahía de Kino. El color rojo refleja erosión fuerte, el color amarillo aquellas areas de erosión media y el color verde son los sitios que mas bajo riesgo a la erosión costera (tomado de Martínez Marmolejo, 2018).

IV.2.2.10. Embalses y cuerpos de agua cercanos.

Como ya se ha venido mencionando a lo largo del presente documento el sitio del proyecto se encuentra dentro de la Bahía de Kino frente a la barra de arena que la separa de la Laguna Costera la Cruz, por lo que es importante describir las principales características de estos dos cuerpos de agua.

BAHIA DE KINO.

a). Batimetría.

La topografía del fondo marino en Bahía de Kino se encuentra en su totalidad dentro de la plataforma continental, por lo que encontramos profundidades relativamente someras a lo largo y ancho de la bahía, con profundidades menores de 10 metros, si se considera como limite una línea imaginaria de Isla Alcatraz a Punta Hueso de Ballena al sur y Punta Cerro Prieto al norte, donde las profundidades no rebasan los 5 metros. En una batimetría realizada por Cruz Varela *et all* en 2006, se midieron dentro de la Bahía de Kino profundidades máximas de 7 metros.

b). Oceanografía.

Las condiciones oceanográficas dentro del Golfo de California son complejas debido a que existe prácticamente una sola fuente de flujo de agua proveniente del Océano Pacífico, con un régimen de mareas mixtas muy marcado, que interactúa con un fondo marino accidentado formado por múltiples cuencas y trincheras que se hacen más profundas en dirección sur, y están separadas por cordilleras oceánicas. Se suma a ésta complejidad de fondos la dinámica de vientos determinada por la escarpada topografía terrestre que forma un corredor con las altas sierras que flanquean al Golfo. Las corrientes de marea en esta área son fuertes y hay una mezcla intensa de sus aguas, creando una situación similar a una surgencia constante, por lo que la actividad de productividad primaria es alta (Álvarez-Borrego, 2002).

El régimen de vientos del noroeste en invierno provoca surgencias en la costa este del Golfo de California, pero en verano los vientos son en sentido opuesto, pero sin surgencias notables, ya que el agua del Océano Pacífico que entra al Golfo es mayor temperatura y baja en concentración de nutrientes. Bahía de Kino está justo en el área de surgencia de invierno (Maluf, 1983).

No obstante lo anterior, algunos estudios parecen indicar que el área parece presentar una productividad primaria constante, en invierno y verano, que podrían beneficiarse de las surgencias de invierno, pero que podrían además estar relacionados con otros fenómenos físicos dentro de la bahía en verano (Santamaría-del Ángel et al., 1994).

b). Mareas.

En un estudio realizado por IAES (2007), se realizó una campaña de medición del 1 al 31 de marzo de 2007 observando un desfase entre la onda de marea reportada para Isla Tiburón por la predicción del Mareografo del CICESE en 2007 y la registrada en la boca del Estero la Cruz, con un rango anual de 2.34 m, y elevaciones máximas en los meses de

verano (junio) y mínimas en invierno (marzo), siendo el comportamiento mixto con predominancia semidiurna (Figura IV.33).

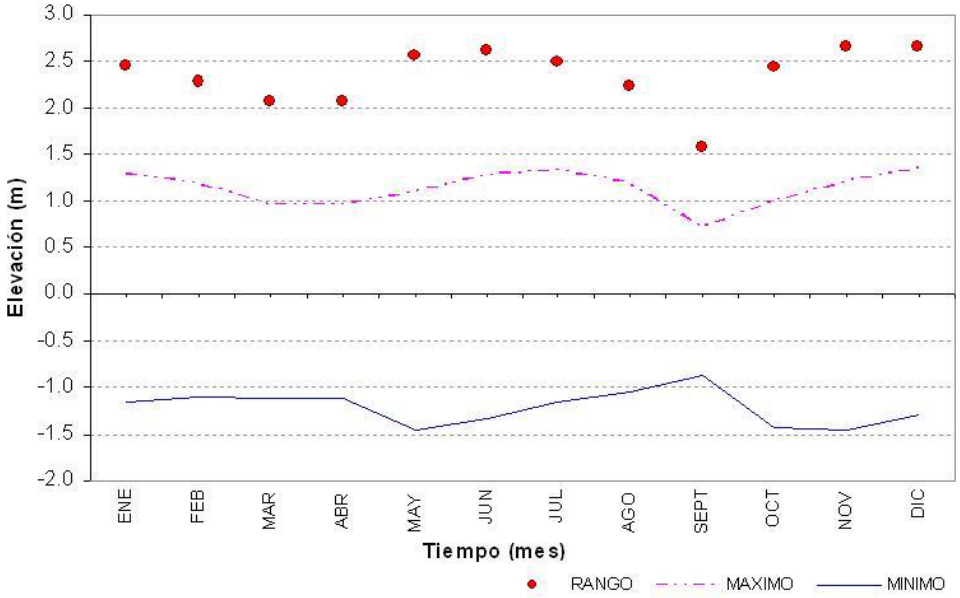


Figura IV. 33. Variación de la elevación del nivel medio del mar para el año 2007 en la estación Isla Tiburón, Son. Tomando de referencia la predicción de mareas de CICESE, 2007).

Haciendo un análisis de las mareas del mismo Mareógrafo del CICESE, para el 2021 y tomando de referencia los valores promedio de máximos y mínimos mensuales se determinó que la máxima elevación se tuvo en el mes de julio con 2.181 m y la mínima en el mes de abril con 1.76 m. (Figura IV.33a).

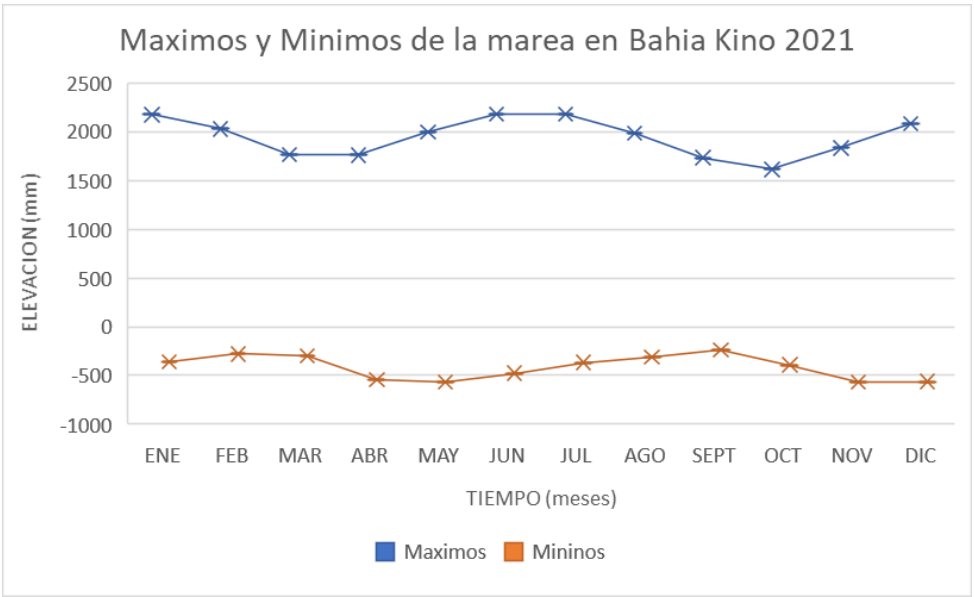


Figura IV.33a. .Variación de la marea con referencia al nivel de baja mar media inferior (NBMI) tomando la información del Mareógrafo del CICESE, para el año 2021(Elaboración propia).

c). Oleaje.

Por otro lado se determinó que el oleaje incidente de mayor frecuencia es desde el cuadrante SSW, con una altura de ola significante máxima de 0.7 m y un periodo significante de 9 segundos. La costa de Bahía Kino es una zona de calma o baja energía, aunado a la protección que brindan las Islas Tiburón y Alcatraz de acción de vientos del cuadrante W-N.

d). Flora Marina.

No obstante que dentro del Golfo de California no hay grandes extensiones de algas marinas como en el Océano Pacífico, pero en esta área hay partes de la zona sublitoral cubiertas por algas cafés y rojas. La temporada de mayor crecimiento de estas algas es en invierno. Por otra parte, en zonas arenosas protegidas crecen comunidades de pastos marinos de *Zostera marina y Ruppia maritima*. La primera se desarrolla en la temporada fría, pero en calor es reemplazada por la segunda, de marzo a junio (Felger y Moser, 1991).

e). Fauna Marina.

El área de Bahía de Kino cuenta con una gran riqueza de invertebrados debido a la variedad de ambientes que incluyen aguas someras con fondo arenoso, zonas de manglar (en el borde del Estero La Cruz), áreas rocosas de baja, mediana y relativamente alta profundidad y a su alta productividad primaria. Son siete las especies de esponjas que aquí habitan, además de 16 especies de cnidarios de las cuales 9 son de anémonas. Los anélidos están representados por 12 especies, mientras que el grupo de los moluscos es uno de los grupos más diversos, con 21 especies de bivalvos de los cuales varios son de importancia comercial y 18 gasterópodos, además de calypteridos, cromidoridos, poliplacóforos y los cefalópodos con 4 especies. Otro grupo numeroso es el de los crustáceos con 3 especies de balanos, 3 de isópodos y 9 especies de camarón, de las que son explotados comercialmente el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), azul (*Penaeus stylirostris*), blanco (*Litopenaeus vannamei*) y el camarón roca o cacahuate (*Sicyonia penicillata*).

Hay 36 especies de cangrejos, siendo la más importante la jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) por su valor comercial. Además hay 13 especies de estrellas de mar, 6 de erizos y 8 especies de pepino de mar. Los peces óseos están representados en Bahía Kino por 50 familias que suman un total de 153 especies, muchas de ellas de valor comercial, mientras que los peces cartilaginosos suman 8 familias con 14 especies, entre las cuales dominan las rayas. Las cinco especies de tortugas marinas existentes en el Océano Pacífico están también presentes en la zona de estudio: la caguama perica (*Caretta caretta*), la caguama prieta (*Chelonia mydas*) la tortuga siete filos (*Dermochelis coriacea*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). Las aves son el grupo más abundante un total de 59 especies han sido registradas (Fleischner, 2002).

Bahía Kino se encuentra en los márgenes de una de las más importantes regiones de anidación de aves marinas en Norteamérica: el cinturón insular del Golfo de California. Aquí encontramos tres de las cinco especies “quasi-endémicas” del Golfo de California: la

gaviota ploma (*Larus heermanni*), la gaviota de patas amarillas (*L. livens*) y el gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) (Fleischner, 2002).

Además del pájaro bobo de patas azules (*Sula nebouxi*), para el cual el Golfo de California se considera como el área de anidación más importante a nivel mundial, así como la fragata, tijereta o rabihorcado (*Fregata magnificens*), en donde Bahía de Kino es su límite norte de distribución (Everett y Anderson, 1991).

Las pendientes de la Isla Alcatraz presentan densas colonias de anidación del cormorán de doble cresta (*Phalacrocorax auritus*), mismas que por su fácil acceso debido a la cercanía con la costa, y a la conducta fácilmente perturbable de la especie, convierten a esta colonia en muy vulnerable al impacto humano (Everett y Anderson, 1991).

Otras especies que anidan en esta isla son el ibis blanco (*Eudocimus albus*), gaviota de patas amarillas (*L. livens*) y siete de las ocho especies de garza existentes en la región. Estudios han registrado un promedio anual de 1,334 nidos totales de aves desde el año 2000 hasta el 2003 (De Pedro-Díaz y Jiménez-Serranía, 2003). Además de las especies anidantes, en el área es visitada por otras especies de aves marinas y playeras, migratorias o residentes, que se alimentan debido a la elevada productividad primaria de la zona. Existen cinco especies de gaviotas registradas, ocho especies de garzas, tres especies de gallito de mar, tres de somormujo y dos de pájaro bobo. En estas aguas se han registrado 30 especies que representan un 25% de las especies del mundo y un 75% de las especies que pueden estar presentes en aguas mexicanas. De los misticetos, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) ha sido vista ocasionalmente solo en invierno, la ballena de aleta (*B*. *physalus*) es común en invierno y ocasional en verano, la ballena de Bryde (*B. acutorostrata*) es rara en invierno y verano. La ballena de Sei (B. borealis) es rara en invierno y ausente en verano, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y gris (Eschrictius robustus) son ocasionales en invierno y raras en verano.

Los odontocetos observados en el área son la tonina (*Tursiops truncatus*) presente todo el año, el delfín común (*Delphinus delphis*) ausente en invierno y común en verano, la orca (*Orcinus orca*) con pocos avistamientos en el año y el cachalote (*Physeter catodon*) que es común en invierno y verano, y mantiene una población residente en la zona, el lobo marino (*Zalophus californianus*) es el mamífero marino más abundante.

LAGUNA COSTERA LA CRUZ.

La Laguna La Cruz (también conocida como Laguna costera La Cruz, Estero La Cruz o Estero Santa Cruz) es una laguna de tamaño medio inmediatamente al sur del pueblo de Bahía de Kino. Está compuesta por vegetación salina, mangles, planicies lodosas y marismas, así como también por canales permanentes.

De acuerdo al tipo de circulación hidrológica la Laguna La Cruz es considerada un estero negativo o inverso sobre la costa este del Golfo de California. La Laguna La Cruz es el resultado de un proceso de formación de los últimos 10,000 años (Moreno et al., 2005) e históricamente fue la desembocadura del Río Sonora. Su boca es de 1.1 Km de ancho y está dirigida hacia el oeste-suroeste de Bahía de Kino. Cuenta con una profundidad promedio de 1 m y el canal principal tienen una profundidad mayor a 5 m. En el estero se

presentan mareas mezcladas semi-diurnas con una amplitud de 1 m (Valdez-Holguín, 1994).

Las corrientes en la laguna son forzadas por acción de la marea, con velocidades máximas 0.5 m/seg., en la boca y mínimas en las zonas más internas de los canales interiores. Durante el flujo de la marea las corrientes se alinean a la parte profunda del canal de entrada y se bifurcan en dos canales de alimentación hacia el interior de la laguna (Figura IV.33b)(IAES 2007).

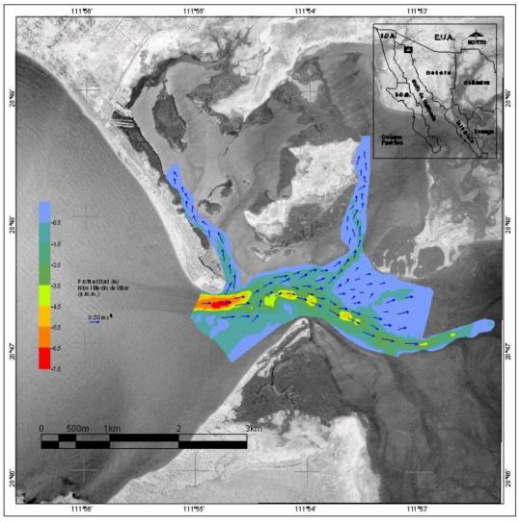


Figura IV.33b. Comportamiento de las corrientes de marea en la boca del estero la cruz durante flujo. (Tomado de IAES,2007)

Durante el reflujo, los vectores de velocidad se alinean hacia la boca de la laguna, con máximos en la boca y con una bifurcación en boca con vectores de mayor velocidad hacia el norte (Figura IV.33b).

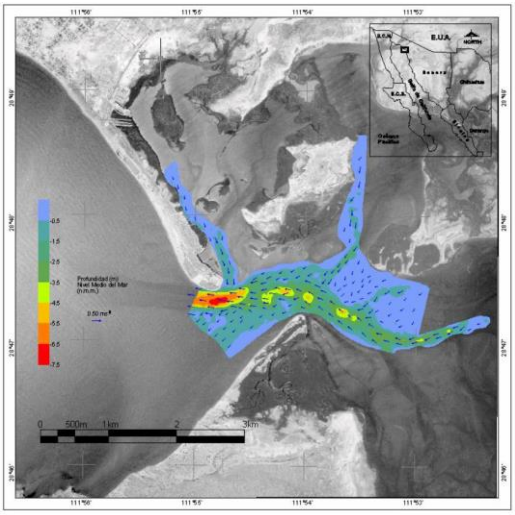


Figura IV.33b. Comportamiento de las corrientes de marea en la boca del estero la cruz durante reflujo. (Tomado de IAES,2007)

En el centro de la laguna se presenta una variedad de hábitats los cuales incluyen extensas planicies lodosas y arenosas inundadas por mareas (Grijalva-Chon et al., 1996). A lo largo de sus canales se encuentran importantes áreas de mangle negro (*Avicennia germinans)* y en menor extensión de mangle rojo (*Rhízophora mangle*) en el perímetro. Estas áreas de manglares son áreas críticas de alimentación y refugio de especies marinas y aves acuáticas. Asimismo dentro de la laguna existe una pequeña porción o "isla" de vegetación desértica sonorense constituida por las especies: *Pachycereus pringle*í, *Cylíndropuntía spp*., *Lycíum spp*.; marismas cubiertas con *Allenrolfea spp, Salícornia spp*., *Frankenia palmerí*, *Sporobolus virginícus y Distíchlís palmeri,* y una salina que es inundada sólo en mareas de primavera y en los meses de verano entre mayo y septiembre (Hannah, 2008). En general, se ha observado, que la comunidad de mangle se encuentra intacta, con excepción de mangles perturbados o cortados a lo largo del margen oeste de la laguna.

La Laguna La Cruz también se caracteriza por ser un área de protección y crianza de larvas, post-larvas y juveniles de especies acuáticas y terrestres y un importante sitio de reproducción de 99 especies de peces que incluyen a muchas de importancia comercial (Grijalva-Chon et al., 1996). Hemos reportado que la laguna es refugio para 84 especies de aves acuáticas muchas de las cuales se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010; Fleishman, 2011). Asimismo, la laguna es una importante fuente de recarga de los mantos acuíferos y forma una barrera natural que disminuye la fuerza del oleaje por eventos climáticos extraordinarios.(Tomado de Ficha Informativa de los Humedales RAMSAR, (FIR)-versión 2009-2014.)

Es importante mencionar que Prescott College A.C y el DICTUS inician una colaboración cercana con Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para realizar esfuerzos de conservación de este sistema costero. En mayo de 2012, dichas instituciones inician la gestión para incorporar a la Laguna La Cruz a la lista de *Humedales de Importancia Internacional de la Convención Ramsar*, logrando su incorporación el 2 de febrero de 2013, como el sitio Ramsar número 2154, decretado el 2 de febrero de dicho año denominado “Humedales de la Laguna La Cruz”. El polígono envolvente declarado es de 6,665.14657 has, como ya se describió en apartados anteriores.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro del polígono del Sitio Ramsar ya que se encuentra dentro del mar, muy cercano a los límites del polígono que delimita esta zona, por lo que es necesario tener conocimiento de su manejo y conservación.

Los humedales costeros son ambientes de transición donde convergen ecosistemas terrestres y marinos; cuerpos de agua someros ubicados en la zona litoral que pueden estar total o parcialmente inundados, mantener una comunicación permanente o temporal con el mar y, pueden o no estar sujetos a la acción de las mareas como: marismas, pantanos y ciénagas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico y, las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos (DOF, 1992 Ley de Aguas Nacionales). Debido a que pueden o no estar conectados a sistemas dulceacuícolas, el tipo de salinidad presente en las aguas de estos ambientes puede ir desde salobre hasta típicamente marina (Burke *et al*., 1988).

Es claro el conjunto de procesos y beneficios naturales que los humedales suministran para la sociedad y para la adaptación al cambio climático. No obstante, actualmente éstos se encuentran amenazados por actividades agrícolas, acuícolas, industriales, la canalización y el represamiento del agua, la introducción de especies exóticas, la contaminación, la sedimentación y el cambio de uso de suelo para el desarrollo residencial y turístico (Mitsch y Gosselink, 2000; Donato *et al*., 2011).

IV.2.3 Oceanografía y Modelación.

Todo este apartado, es el resultado de un estudio muy detallado que se realizo en el sitio del proyecto y su área de influencia, dando como resultado el proyecto ejecutivo de la obra de protección ya descrita y a la que se refiere este documento.

IV.2.3.1 Levantamiento Topo-Batimétrico.

Con la finalidad de alimentar un modelo matemático de acuerdo a las condiciones del sitio, se requiere tener caracterizado a detalles la configuración del fondo marino, tanto del área de estudio como del área de influencia. Estos datos fueron obtenidos mediante la realización de levantamiento batimétrico.

Los levantamientos fueron ligados a un banco oficial existente de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), tomando de referencia una placa ubicada en el "muelle viejo" de Bahía Kino, siendo la referencia de la última localidad mencionada, la elegida por su mayor cercanía a la zona en proyecto., las coordenadas de este punto se pueden ver en la tabla IV.7. Adicionalmente se determinó un punto control PC con equipo de doble frecuencia R8 GNSS Marca Trimble, con capacidad para procesar como mínimo la señal de 12 (doce) satélites en forma simultánea, de frecuencia L1/L2 y GLONASS, con corrección diferencialmente en tiempo real (RTK) aproximación en la horizontal menor o igual a ± 0.02 m.

Tabla IV. 7. Referencia geográfica del banco de nivel oficial de la SCT.

REFERENCIAS

SISTEMA WGS84			
VÉRTICE	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

Derivado de la poca profundidad que se tiene registrada en la zona de influencia del proyecto , oscila en algunos puntos como máximo hasta la cota -3.00 referidas al Nivel Baja Mar Media inferior, se realizaron perfiles playeros con equipo GPS, con la finalidad de obtener información en las zonas somera (baja profundidad). Algunas imágenes tomadas durante el desarrollo de este trabajo se muestran en la Figura IV.34.

Con la información obtenida con la batimetría navegable, se formó una malla de puntos que fueron plasmados sobre un plano, que ayudo a tener un panorama de las elevaciones del sitio de interés. Esta información fue generada con una Ecosonda Bathy 500df registro continuo de frecuencia doble de 200/210 y 33/50 kHz para determinar la profundidad a la cual se encuentra el material del fondo, mediante un transductor de pulsos acústicos sin exceder los 8o en alta frecuencia, con capacidad de graficar el ecograma como mínimo de 2 pulgadas por minuto y con una precisión comprobable de 0.01% de la profundidad medida. En la Figura IV.35, se presentan algunas imágenes que registran las acciones del trabajo desarrollado durante el levantamiento. Por otro lado en la figura IV.36, se muestra el plano resultante del levantamiento topográfico y en el Anexo 2, se muestra dicho plano con mayor detalle.

Para complementar información y tener un mayor cobertura de la batimetría en la bahía, se digitalizo la carta náutica de la Secretaria de Marina (SEMAR) S.M. 223.5 de Bahía de Kino y sus proximidades con escala 1:20 000, la cual está referida al geoide WGS-84, así como la obtención de datos de la plataforma digital ETOPO1 Global Relief Model, esto para complementar los datos obtenidos y contar con una mayor cobertura de fijas en el área de estudio, estos resultados se muestran en la figura IV.37.

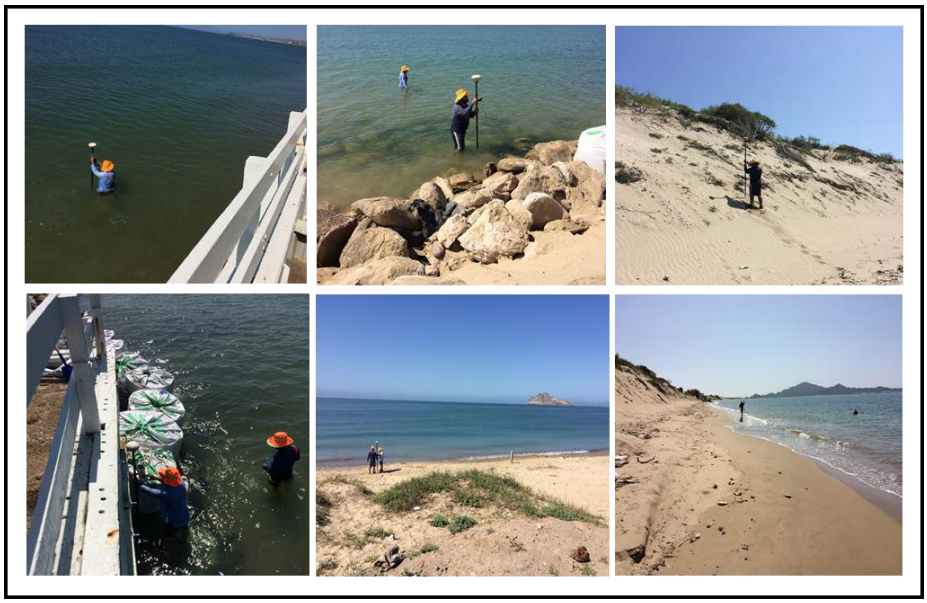


Figura IV. 34. Imágenes del levantamiento topográfico de los perfiles de playa.

Figura IV. 35. Imágenes del levantamiento batimétrico

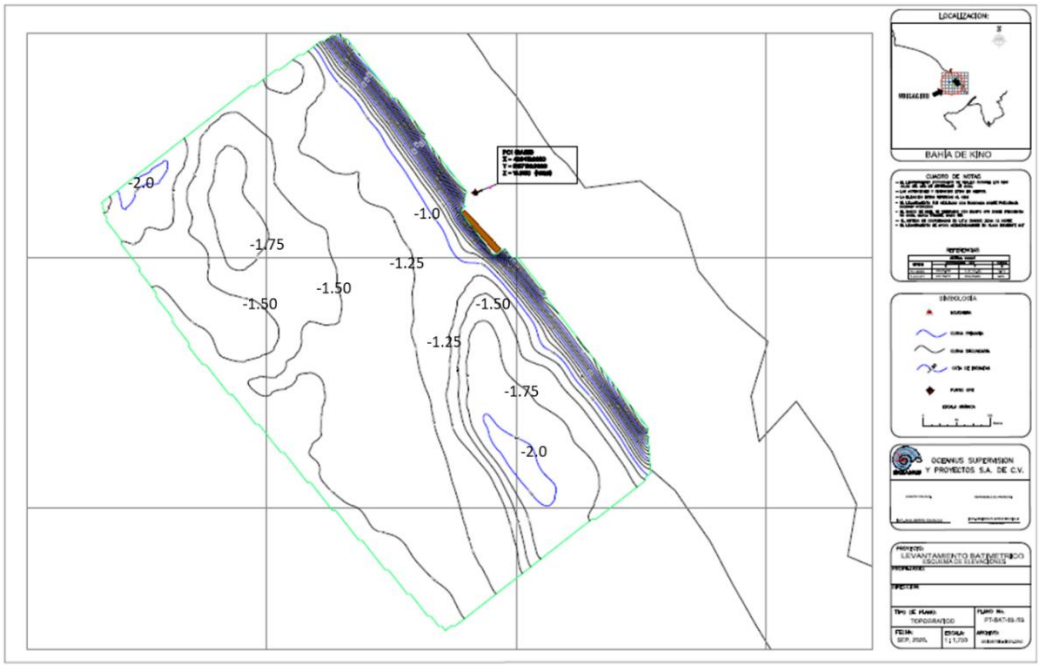


Figura IV. 36. Plano resultado del levantamiento batimétrico del área del proyecto y su zona aledaña.

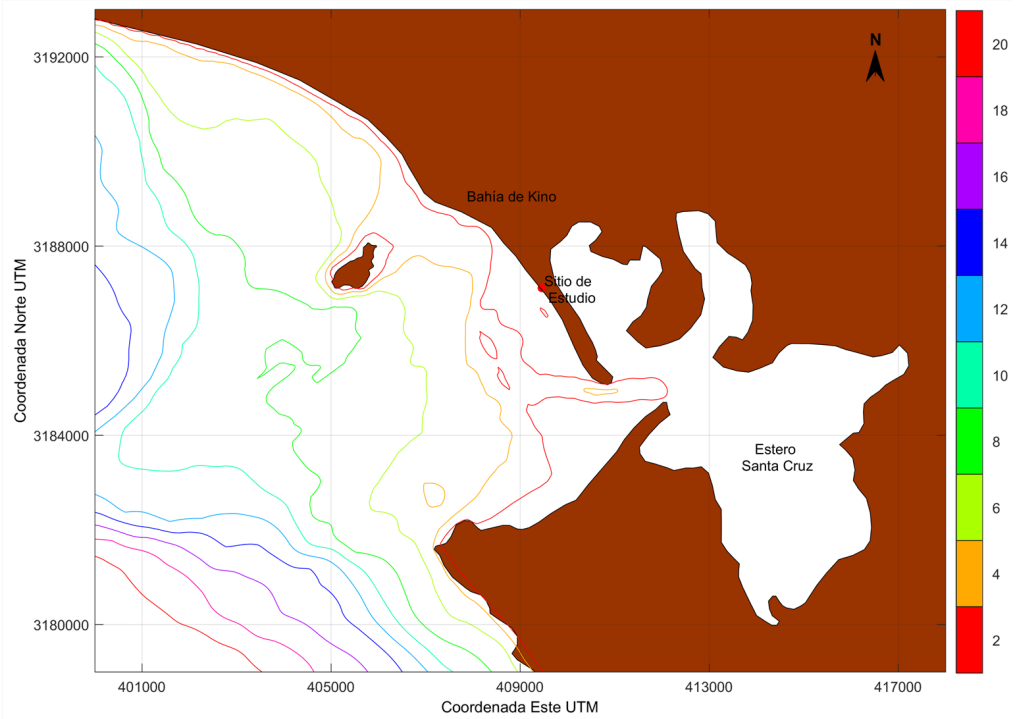


Figura IV. 37. Batimetría de la zona de la Bahía de Kino, resultado de la digitalización de la carta náutica de la Secretaría de Marina (SEMAR) S.M. 223.5 de Bahía de Kino y sus proximidades con escala 1:20 000.

IV.2.3.2 Muestreo de Sedimentos de Playa.

Se realizo la toma de muestras de sedimentos de varios puntos sobre la playa, en la zona Noreste y Sureste del punto que queda perpendicular al sitio del proyecto, con la finalidad de conocer las características del material que se mueve con los efectos del oleaje, dicha información es de relevancia en los modelos numéricos prediciendo los efectos con la presencia de obras marítimas (Figura IV.38).

El conocimiento de las condiciones que posee el suelo del área de trabajo, es de gran importancia para poder planificar y proyectar tanto las estructuras marítimas como las estructuras de protección, de manera que se vuelve necesario realizar dichas investigaciones de forma previa y así poder obtener resultados de la resistencia del suelo.

IV.2.3.3 Determinación del Oleaje en Aguas Profundas.

Para determinar las características del oleaje que incide hacia la barra del estero en la Bahía de Kino, se analizó la información de largo periodo disponible en la base de datos del modelo de olas aguas profundas WaveWatch (Tolman, 1991) . El modelo WaveWatch, resuelve la ecuación de balance de acción para el caso de aguas profundas en un dominio espacial y espectral. Las salidas del modelo son altura significante, periodo de máxima energía y dirección asociada al máximo de energía espectral. La información se obtuvo del nodo numérico más cercano a la barra de Bahía de Kino localizado en las coordenadas geográficas 28°40'0.35"N 112° 9'59.58" (Figura IV.39). Las características de las ondas

En la Figura IV.40 (a), se muestra la serie de tiempo de altura significante, se observa que la mayor parte del año las alturas significantes son menores a 1 m, durante el mes de febrero se presentaron olas con mayor energía (> 2 m), este oleaje está asociado a los vientos generados por el monzón mexicano y que son típicos de la región. Para finales del mes de agosto se observa una altura significante del orden de 4 m, asociada a los eventos extremos (huracanes) pues es en los meses de agosto y septiembre cuando se presentan estos fenómenos en la región.

Mientras que en la Figura IV.40 (b), se muestran los periodos de máxima energía, se observa que en promedio estos son del orden de ~6 s, solo a finales del mes de junio se presentó un periodo de más de 10 s, esto indica que el oleaje es de generación local, es decir es producido por los campos de viento que inciden sobre el Golfo de California, el oleaje es de periodo más corto que el que incide en el Pacífico Mexicano, donde las olas tienen en promedio 12 s de periodo.

Y finalmente en la Figura IV.40 (c), se muestra la dirección asociada al máximo de energía espectral, se observa que durante el verano y principios de otoño la dirección dominante es del sur, este resultado se observa con más claridad en la figura IV.41, que muestra una gráfica polar en forma de rosa de oleaje, donde se ve claramente que la dirección dominante es del sur, aunque también se presentan olas de energía considerable del nor-noroeste.
Estos resultados en conjunto con el análisis de más años de información servirán para conocer las características el oleaje en aguas profundas en la región. Posteriormente estas ondas serán propagadas hacia aguas someras para determinar el transporte litoral.

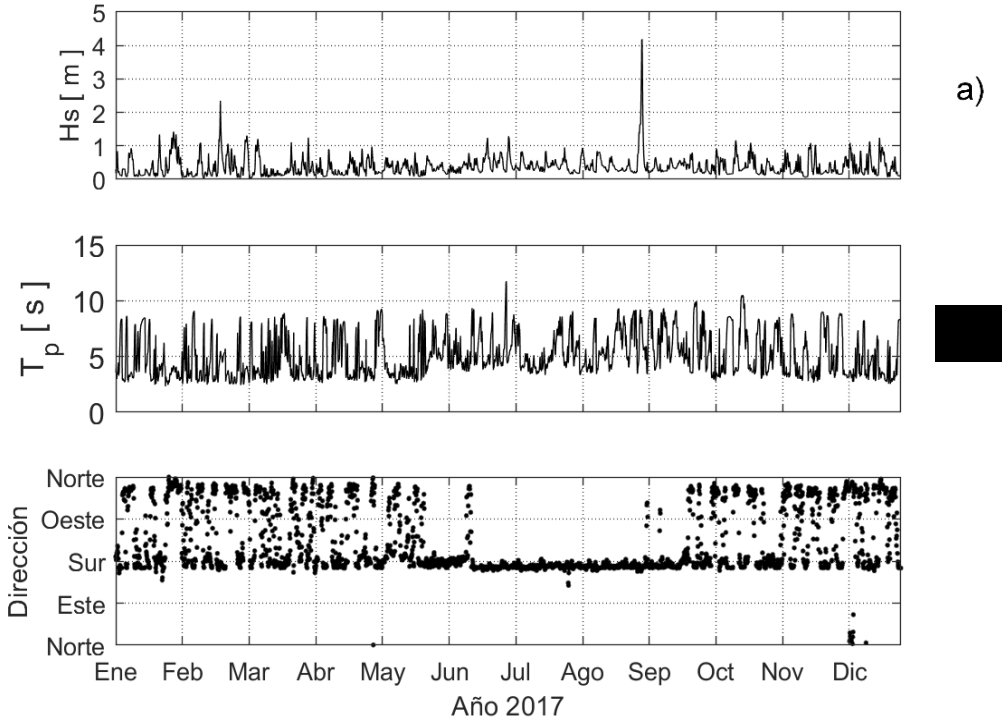


Figura IV. 40. Series de tiempo de altura significante (a), periodo de máxima energía (b), dirección asociada al máximo de energía (c).

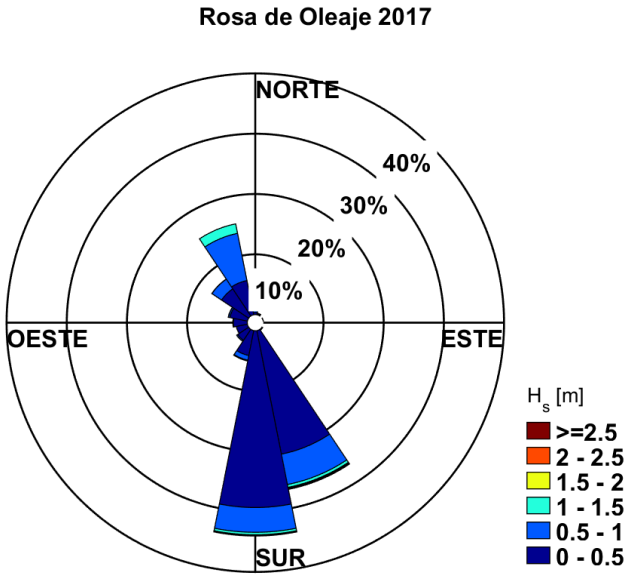


Figura IV. 41. Rosa de oleaje para el año 2017, la escala de colores muestra la altura significante (H_s) en metros, la dirección se reporta de acuerdo con la convención meteorológica (de donde vienen las olas).

En las Tablas siguientes se resumen los resultados del arribo del oleaje.

Tabla IV. 8. Distribución de las alturas de las olas por número de evento en función de la dirección.

Dir/Vel	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	Suma
0.0-0.5	0	1	0	2	11	169	158	87	67	55	64	123	856	610	4	0	2207
0.5-1.0	0	0	0	5	13	233	56	7	3	0	6	23	120	150	0	0	616
1.0-1.5	0	0	0	1	1	47	1	1	0	0	0	4	12	14	0	0	81
1.5-2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	8
2.0-2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
> 2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	6
Suma	0	1	0	8	25	449	215	95	70	55	70	150	994	784	4	0	2920

Tabla IV. 9. Distribución de las alturas de las olas en porcentaje en función de la dirección.

Dir/Vel	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	Suma
0.0-0.5	0.00	0.03	0.00	0.07	0.38	5.79	5.41	2.98	2.29	1.88	2.19	4.21	29.32	20.89	0.14	0.00	75.58
0.5-1.0	0.00	0.00	0.00	0.17	0.45	7.98	1.92	0.24	0.10	0.00	0.21	0.79	4.11	5.14	0.00	0.00	21.10
1.0-1.5	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	1.61	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.14	0.41	0.48	0.00	0.00	2.77
1.5-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.27
2.0-2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.07
> 2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	0.00	0.00	0.21
Suma	0.00	0.03	0.00	0.27	0.86	15.38	7.36	3.25	2.40	1.88	2.40	5.14	34.04	26.85	0.14	0.00	100.00

En un experimento de propagación de oleaje, (Gorrell, Raubenheimer, Elgar, & Guza, 2011) utilizó oleaje medido por boyas direccionales y lo propagó desde aguas profundas (550 m), a profundidades de 5 m, 2.5 m y 1 m, con el modelo SWAN, el experimento lo realizó en las costas de California, hizo mediciones con sensores de presión y correntómetros a lo largo de la costa y comparo los resultados del modelo con las mediciones a lo largo de la costa, encontró que la propagación de oleaje realizada con el modelo SWAN es adecuada. En su tesis de maestría (Cruz, 2010) aplicó el modelo SWAN en el corredor turístico los Cabos B. C. S., para modelar la corriente a lo largo de la costa generada por el oleaje.

La ecuación (1) describe el balance entre la acción (N), la cual se define como la energía dividida entre la frecuencia relativa (σ), y los términos fuente (S) que incluyen suministro de energía por viento (S_{in}), disipación de energía (S_{dis}) que considera pérdida de energía por rompiente y por fricción con el fondo y transferencia de energía debida a interacciones no lineales entre componentes espectrales (S_{nl}).

El primer término del lado izquierdo de la ecuación (1) representa la variación temporal de la acción, el segundo y tercer término la variación en el espacio geográfico, el cuarto y quinto término representan la variación de la acción en el espacio espectral de frecuencia (σ) y dirección (θ), $C_x, C_y, C_\sigma, C_\theta$representan las velocidades de propagación de la acción en el espacio geográfico (x, y) y espectral (σ, θ). El lado derecho de la ecuación (1) representa los términos fuente.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial C_x N}{\partial x} + \frac{\partial C_y N}{\partial y} + \frac{\partial C_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial C_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S_{in} + S_{dis} + S_{nl}}{\sigma} \qquad (1)$$

La ecuación de balance de acción se resuelve numéricamente mediante diferencias finitas, la información de entrada al modelo es la batimetría del sitio de interés que se obtuvo de los datos recabados en campo y del portulano S.M.233.5 Las condiciones de frontera se obtuvieron de las salidas del modelo WaveWatch (Tolman, 1991), descrito previamente en este documento.

De las salidas del modelo global de oleaje WaveWatch (Tolman, 1991), se obtuvieron datos de altura significante, periodo de máxima energía y dirección asociada al máximo de energía del espectro. Las direcciones más frecuentes en conjunto con el periodo de máxima energía asociado a la altura significante máxima registrada se utilizaron como condiciones de frontera para el alimentar el modelo espectral de aguas someras SWAN (Booij, Ris, & Holthuijsen, 1999).

Se construyó una malla numérica estructurada mediante polinomios de alto orden (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** II.9), para reproducir lo mejor posible las características topo-batimétricas de la zona, sobre los nodos numéricos de la malla se resolvió, en modo estacionario, la ecuación de balance de acción (Ecuación (1)).

En la frontera se utilizó un espectro de tipo JONSWAP (Hasselmann, Dunckel, & Ewing, 1980), se consideró una altura de ola de 1.0 m (altura más frecuente encontrada durante el periodo de análisis del oleaje de aguas profundas) y un periodo de 6 segundos para construir el espectro.

En el Anexo 4, se presentan los resultados de la propagación del oleaje desde aguas profundas hacia aguas someras e intermedias, las direcciones ensayadas fueron del norte, nor-noroeste, noroeste, oeste-noroeste, oeste, oeste-suroeste, suroeste, sur-suroeste, sur, sur-sureste y sur este.

La figura IV.42 se muestra la malla numérica utilizada para la modelación matemática, en la figura IV.43, se presenta un mapa de contornos de altura significante y en la figura IV.44 queda definido el mapa de vectores, que indican la dirección y la longitud, mientras que el color de los vectores indican la magnitud de la altura significante. Como ejemplo se presentan en este documento el mapa de altura significante y el mapa de vectores para la dirección suroeste.

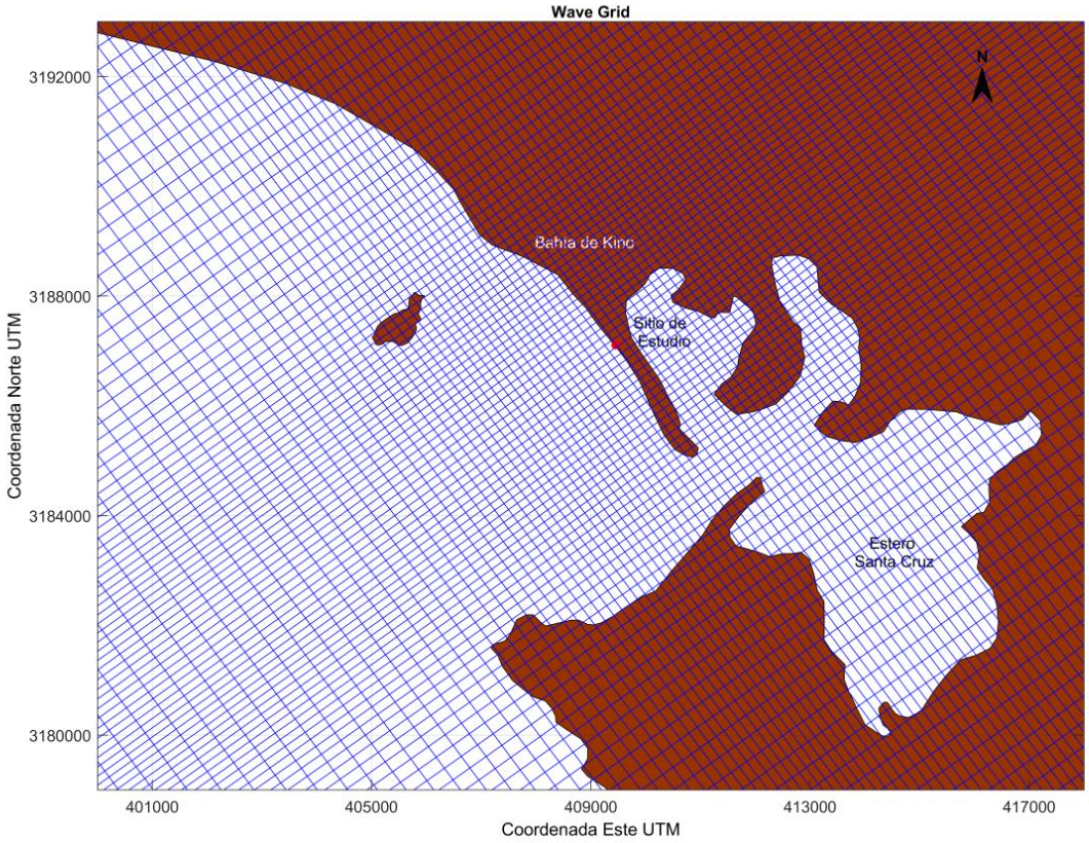


Figura IV. 42. Malla numérica utilizada para propagar el oleaje de aguas profundas a aguas intermedias y someras mediante el modelo espectral SWAN.

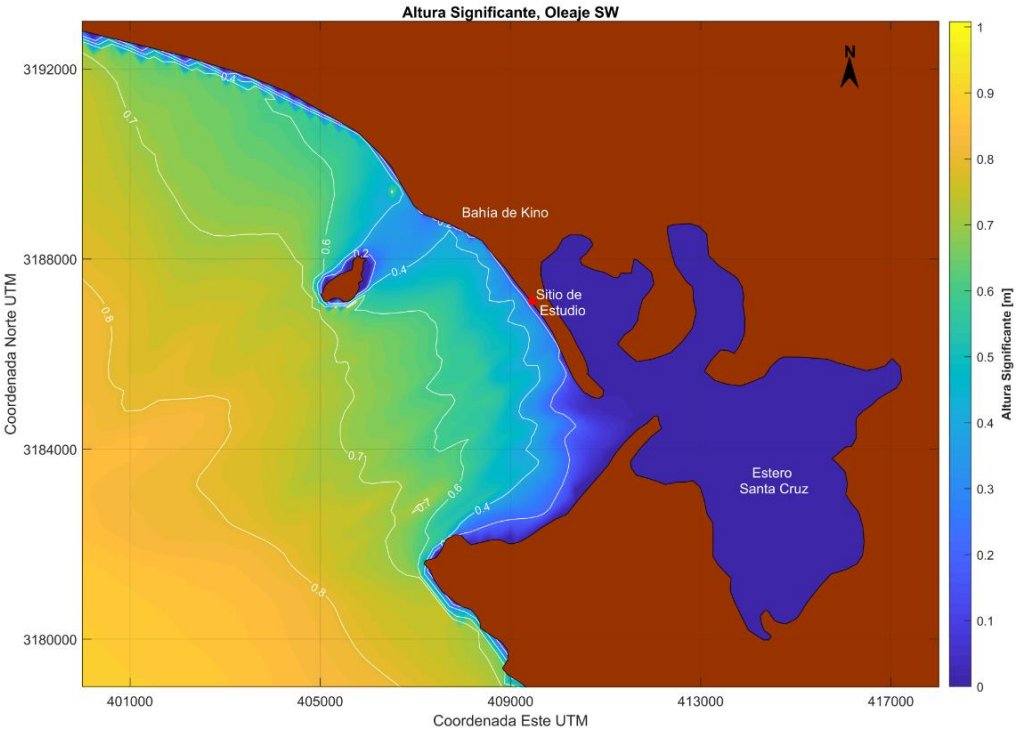


Figura IV. 43. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

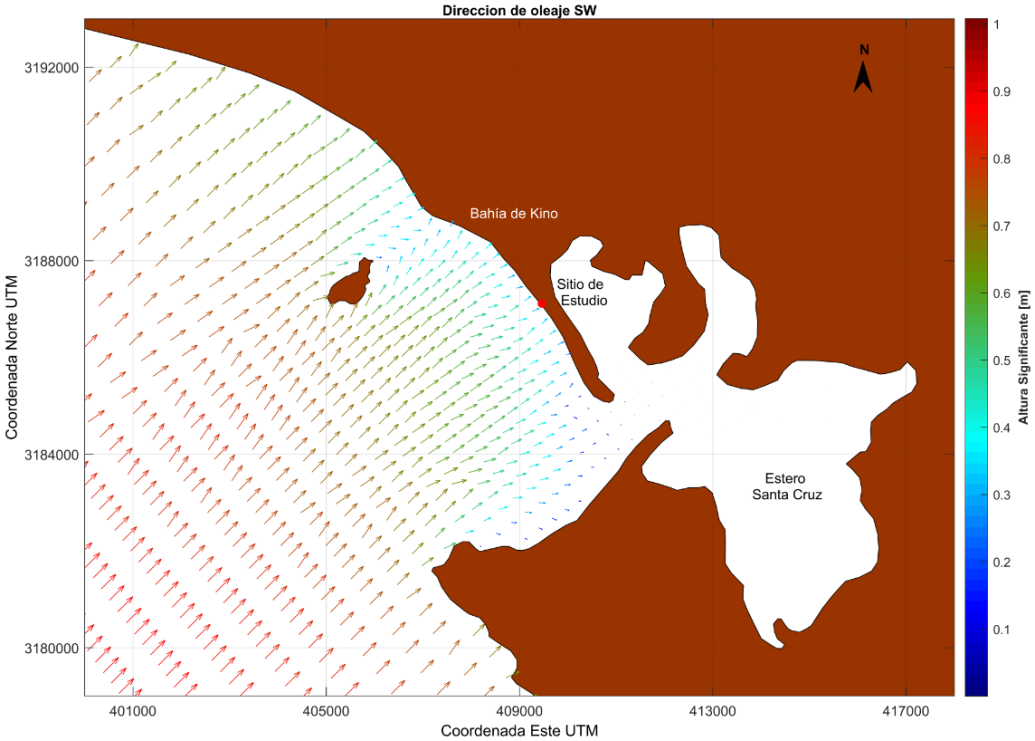


Figura IV. 44. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del suroeste desde aguas profundas (se muestra como ejemplo, Anexo 4 todas las corridas).

IV.2.3.5. Transporte Litoral.

Las corrientes a lo largo de la costa producidas por el oleaje son la causa fundamental del movimiento de sedimentos, las otras corrientes son efectivas sólo bajo condiciones excepcionales. Por ejemplo, en la entrada a una bahía las corrientes de marea pueden ser determinantes en el transporte de sedimentos. Los vientos también tienen capacidad de generar corrientes a lo largo de la costa, que combinadas con la acción del oleaje producen transporte de sedimentos.

Uno de los parámetros más importantes que determinan el transporte litoral en playas abiertas es el oleaje, puesto que además de disipar su energía en éstas, genera patrones de circulación entre la zona de rompientes y la costa. Cuando el oleaje se aproxima con crestas paralelas a la costa, produce una celda de circulación compuesta por corrientes a lo largo y perpendiculares (corrientes de retorno) a la costa. En el caso de oleaje que se aproxima con un cierto ángulo de incidencia, se produce una componente adicional (Longuet-Higgins, 1970) que sumada vectorialmente a la celda de circulación genera un flujo neto en una dirección, que depende del ángulo de aproximación del oleaje. Si la magnitud de este flujo rebasa una velocidad umbral para poner en movimiento el sedimento, se produce un transporte litoral que depende de las características del oleaje incidente.

Otros factores que influyen en el transporte litoral son las características de los sedimentos (densidad, tamaño de grano, porosidad), la marea y la batimetría. En una playa sin modificaciones inducidas por el hombre, los factores que intervienen en la dinámica se encuentran por lo general en equilibrio, pero cuando se construyen obras de ingeniería costera tales como: espigones, rompeolas, escolleras, etc., se modifican los patrones de circulación producidos por el oleaje, que alteran el movimiento natural de los sedimentos y generan erosión en uno de los lados de la estructura y acumulación en el otro. La estructura modifica el equilibrio que existía en la playa, siendo más notorio el proceso de erosión o acumulación mientras mayor sea el transporte litoral neto.

Para calcular el transporte litoral en una playa es necesario conocer la altura el periodo y la dirección del oleaje que incide en la costa. Estas ondas al propagarse hacia la playa experimentan el fenómeno de refracción por profundidad, pues la rapidez de las ondas depende de la profundidad, esto ocurre en aguas intermedias y someras, donde para el caso de aguas someras la razón entre la profundidad y la longitud de onda es menor de 1/20.

Al aproximarse las olas a aguas intermedias y someras la rapidez de fase de las ondas es función de la profundidad de acuerdo con la relación de dispersión (la definición de las variables se muestra en la Tabla IV.11:

$$\omega^2 = gk \tanh kh;\ k = \frac{2\pi}{L};\ \omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

$$C = \left(\frac{gL}{2\pi}\tanh kh\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Y para la aproximación de aguas someras:

$$C = \sqrt{gh} \quad (3)$$

Esta dependencia de la profundidad hace que la cresta de la ola viaje a diferentes velocidades, cuando estas se aproximan con un cierto ángulo, por ejemplo, a una playa con contornos batimétricos paralelos a la línea de costa, la cresta de la ola se va alineando al contorno batimétrico. Debido a la diferencia de velocidades en la cresta de la ola estas cambian de dirección.

Para obtener las características de las olas en la zona de rompiente, que es donde se generan las corrientes que mueven el sedimento, se extrajo información de oleaje en 3 puntos de observación cercanos a la costa, la localización de estos se muestra en la Figura IV.45. De los 3 puntos cercanos a la costa se obtuvo la altura de la ola, el periodo y la dirección de aproximación, información que sirvió como entrada al modelo del transporte litoral descrito a continuación.

Para el cálculo del transporte litoral se consideró un modelo que incluye la razón de transporte por peso inmerso, el cual considera las siguientes ecuaciones (la definición de las variables se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

$$I_l = KP_l \quad (4)$$

$$P_l = \left(EC_g\right)_b \sin\alpha_b \cos\alpha_b \quad (5)$$

$$I_l = (\rho_s - \rho_w) g a' Q_l \quad (6)$$

$$E_b = \frac{1}{8}\rho_w g H_b^2 \quad (7)$$

$$C_g = \frac{C}{2}\left[\frac{2kh}{\sinh 2kh} + 1\right] \quad (8)$$

La descripción del modelo, las ecuaciones y las constantes empíricas utilizadas se pueden consultar en (Komar, 1998).

La altura en la rompiente H_b, la profundidad de rompiente h_b , y la dirección d ela ola en la rompiente α_b se determinó de las salidas del modelo SWAN en los puntos cercanos a la costa (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Con esta información se determinó la potencia del oleaje a lo largo de la costa (ecuación (5)), una vez determinada la P_l se utilizó la ecuación (4) para determinar la razón de transporte por peso inmerso I_l con este valor y la ecuación (6) se calculó el transporte de sedimentos a lo largo de la costa Q_l en m^3s^{-1}. Se utilizaron los siguientes valores de las constantes: densidad del agua ρ_w=1020 kg m^{-3}; densidad del sedimento ρ_s=2650 1020 kg m^{-3}, porcentaje de espacios vacíos $a' = 0.6$.

Los cálculos del transporte litoral se efectuaron en cada punto de observación y para cada dirección ensayada, lo resultados se muestran en la Tabla IV.12.

.

Tabla IV. 11. Nomenclatura utilizada en las ecuaciones.

Lista de símbolos	
L	Longitud de onda
T	Periodo de la onda
$k = 2\pi/L$	Número de onda
$\omega = 2\pi/T$	Frecuencia angular
ρ_w	Densidad del agua
ρ_s	Densidad del sedimento
g	Gravedad
h	Profundidad
h_b	Profundidad de rompiente
C	Rapidez de fase de la onda
C_g	Velocidad de grupo
H_b	Altura de ola en la rompiente
α_b	Ángulo de incidencia de las olas en la rompiente
E_b	Energía de las olas en la rompiente
I_l	Razón de trasporte litoral por peso inmerso
P_l	Componente a lo largo de la costa de la potencia de la ola
$K = 0.70$	Constante empírica de proporcionalidad
Q_l	Transporte litoral
a'	Porcentaje de espacios vacíos en granos de sedimentos

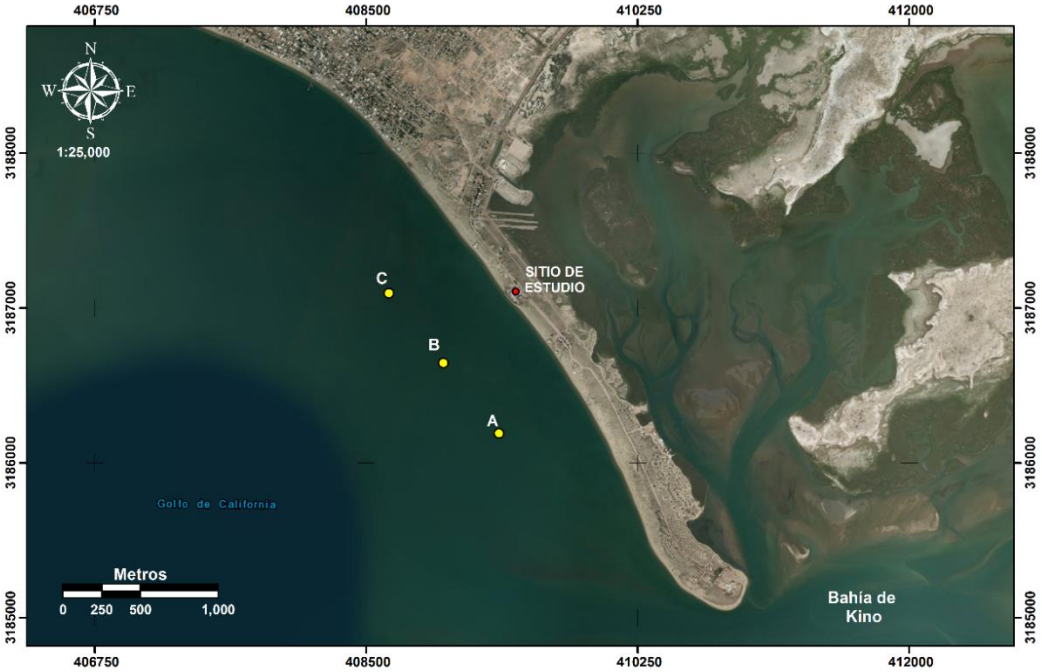


Figura IV. 45. Localización de los puntos de observación (puntos amarillos nombrados como A, B y C) donde se extrajeron las características del oleaje (altura, periodo y dirección) para realizar el cálculo del transporte litoral.

Tabla IV. 12. Transporte litoral en m^3/año, para los 3 puntos de observación (P.O.) que se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los signos positivos indican trasporte al sureste y los negativos hacia el noroeste. También se muestra el transporte litoral neto (TL neto) para cada estación.

Dir/P.O.	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	TL Neto
P.O. A	0	0	0	0	54	4066	4268	2363	7942	7649	7137	6147	3289	-1443	-3	0	41469
P.O. B	0	0	0	0	49	3625	3638	1956	7274	8055	8166	6750	-7264	-7610	-14	0	24625
P.O. C	0	0	0	0	72	5309	5324	2876	7207	7713	7432	5632	-5786	-6422	-13	0	29343

IV.2.3.6. Modelación Numérica de Propuesta (Estructura) de Protección

a). Modelo Numérico.

El modelo hidrodinámico que se aplicará es el desarrollado por el instituto Deltares, se conoce como Delft-3D, se trata de un sistema de módulos acoplados que analiza diferentes tópicos de la oceanografía dinámica costera como: predicción del flujo en aguas costeras producido por marea, viento y gradientes de densidad; dispersión de contaminantes; calidad del agua; transporte de sedimentos, cohesivos y no cohesivos; generación y propagación de olas; interacción entre olas y corrientes por mencionar algunos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

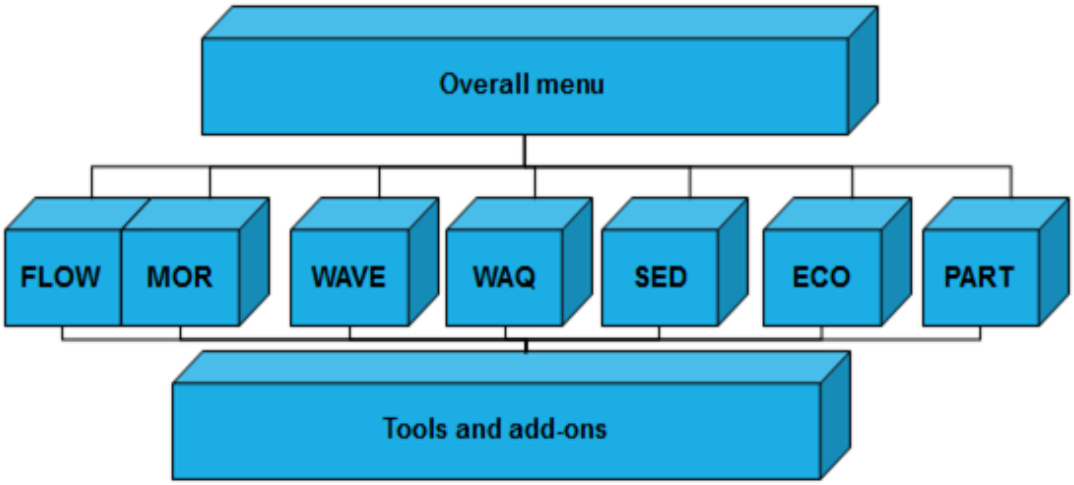


Figura IV. 46. Diagrama de flujo del modelo DELF3D-FM, se compone de una serie de módulos acoplados que analizan diferentes tópicos de la oceanografía dinámica costera, en particular en este trabajo se utilizó el módulo FLOW, WAVE y el MOR.

Para el presente estudio se aplicaron los módulos FLOW (hidrodinámico), WAVE (oleaje) y MOR (morfodinámico). El módulo FLOW y WAVE se utilizaron para reproducir el campo de corrientes y oleaje respectivamente para el sitio de estudio, forzando el modelo con marea astronómica y datos de oleaje (obtenidos del modelo Wave Watch III) a través

de una frontera abierta. Una vez calibrado el modelo, se utilizó el módulo MOR mediante el submódulo SED (Sedimento) para modelar el efecto de la obra de protección en el transporte de sedimento para el sitio de estudio.

b). Modulo Hidrodinámico (FLOW).

El módulo hidrodinámico FLOW resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes en su versión de ecuaciones diferenciales parciales. Para el caso del forzamiento de marea se utiliza la formulación de aguas someras para las citadas ecuaciones. Así se considera la aceleración junto con la advección las cuales balancean los diferentes forzamientos como gradiente de presión, fuerza de Coriolis, fricción viscosa y la fricción con el fondo parametrizada por ley de velocidad cuadrática y el coeficiente de manning (Delft3D-FLOW, 2014).

Aun cuando el módulo es tridimensional, se utilizó la versión bidimensional, pues las escalas de longitud y de tiempo horizontales son significativamente mayores que las escalas verticales en la zona de estudio, por lo que el campo de corrientes se puede considerar barotrópico.

El forzamiento por marea se proporciona al módulo hidrodinámico a través de las condiciones de frontera, por lo general en la frontera abierta. Las ecuaciones diferenciales parciales de la aproximación de aguas someras consideran la aceleración junto con la advección, las cuales balancean los diferentes forzamientos como gradiente de presión, fuerza de Coriolis, fricción generada por la viscosidad del agua y la fricción con el fondo parametrizada por la ley de velocidad cuadrática y el coeficiente de Manning (Delft3D-FLOW, 2014).

El sistema de ecuaciones que resuelve el módulo FLOW es la versión no estacionaria de las ecuaciones de aguas someras en dos (promedio en la vertical) y tres dimensiones. El sistema consiste de las componentes horizontales de la ecuación de momento, ecuaciones (1) y (2), la ecuación (3) de continuidad y un modelo de turbulencia. La componente vertical de la ecuación de momento se reduce a la ecuación de balance hidrostático pues se considera que las aceleraciones verticales son pequeñas comparadas con la aceleración de la gravedad y por lo tanto no se toman en cuenta. Esto hace que el módulo DELFT3D-FLOW sea adecuado para predecir el flujo en mares poco profundos, áreas costeras, estuarios, lagunas, ríos y lagos.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + g\frac{\partial \eta}{\partial x} - fv + \frac{\tau_{bx}}{\rho_w(h+\eta)} - \frac{F_x}{\rho_w(h+\eta)} - \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + g\frac{\partial \eta}{\partial y} + fu + \frac{\tau_{by}}{\rho_w(h+\eta)} - \frac{F_y}{\rho_w(h+\eta)} - \nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial (h+\eta)u}{\partial x} + \frac{\partial (h+\eta)v}{\partial y} = 0 \qquad (3)$$

En las ecuaciones de momento (1) y (2), la ecuación de continuidad (3) las variables representan:

x, y, t = Coordenadas horizontales y el tiempo (m, s)

Se generó una malla 258x450 curvilínea estructurada en dirección horizontal respectivamente (M y N), con longitud de bordes del orden de 13 a 350 m la cual cubre en su totalidad el área de estudio, incluyendo el interior del estero Santa Cruz (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Durante cada proceso de elaboración de la malla numérica se revisó ortogonalidad y suavidad, para minimizar el ruido numérico durante la corrida del modelo, además de cumplir con el porcentaje mínimo que establece el manual elaborado por la universidad de Delft y el consorcio Deltares en Holanda (Delft3D-FLOW, 2014).

Se utilizaron polígonos para recortar la malla numérica fuera de la línea de costa, esto para evitar cálculos en áreas que no son de interés (Tierra). Una vez discretizada la malla numérica sobre el área de estudio, y revisado que cumpla con los criterios de ortogonalidad y de suavidad, se prosiguió a convertirse en malla estructurada para cargarse al modelo hidrodinámico Delft-3D. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la malla numérica implementada en el modelo numérico para el sitio de estudio.

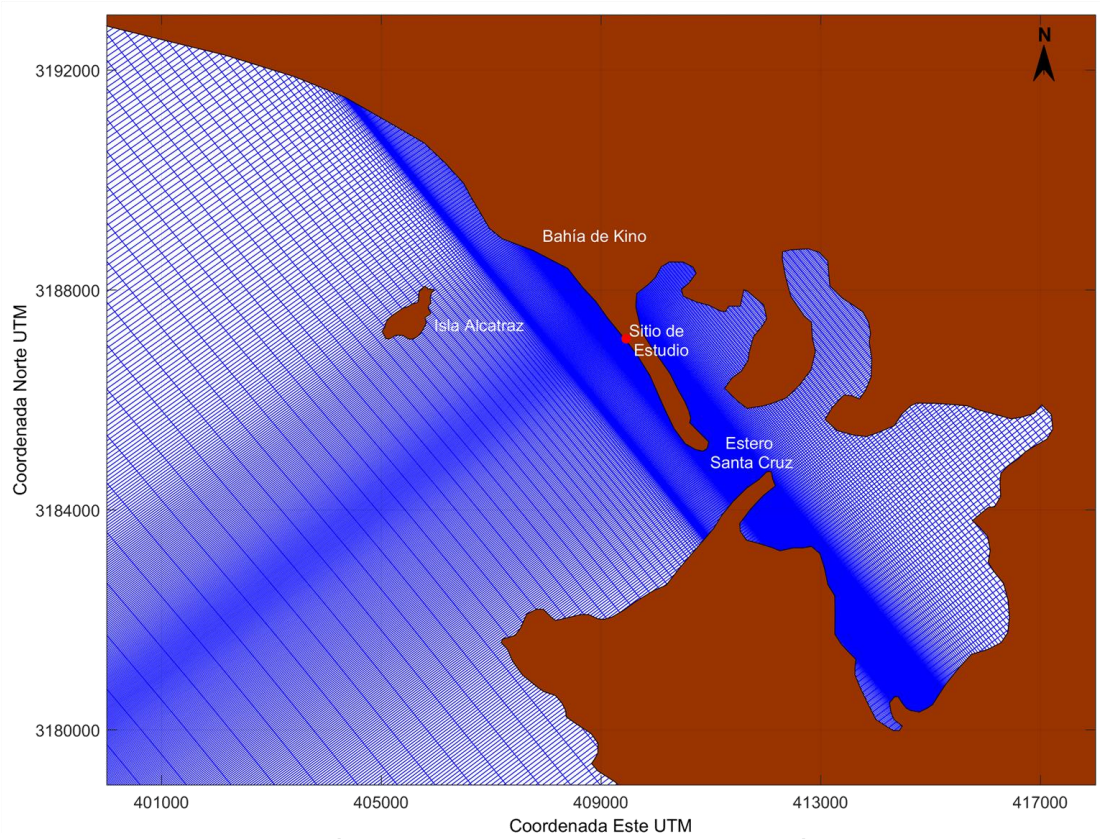


Figura IV. 47. Malla curvilínea implementada en modelo numérico.

d). Batimetría.

Como dato de entrada para el modelo hidrodinámico es indispensable contar con un levantamiento batimétrico a detalle del área de estudio, los cuales se obtuvieron mediante la realización de levantamiento batimétrico. Así mismo, se digitalizo la carta náutica de la Secretaria de Marina (SEMAR) S.M. 223.5 de Bahía de Kino y sus proximidades con escala 1:20 000, la cual está referida al geoide WGS-84, así como la obtención de datos de la

plataforma digital ETOPO1 Global Relief Model (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/), esto para complementar los datos obtenidos y contar con una mayor cobertura de fijas en el área de estudio

Una vez realizada la recolección de fijas batimétrica para el sitio de estudio, se importaron al modelo numérico para utilizarse como dato de entrada. Se realizó interpolación sobre la malla numérica, además de una suavización de la interpolación (smoothness) con el fin de evitar ruido numérico y dar celeridad al tiempo de cómputo. Los resultados de la interpolación se muestran en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

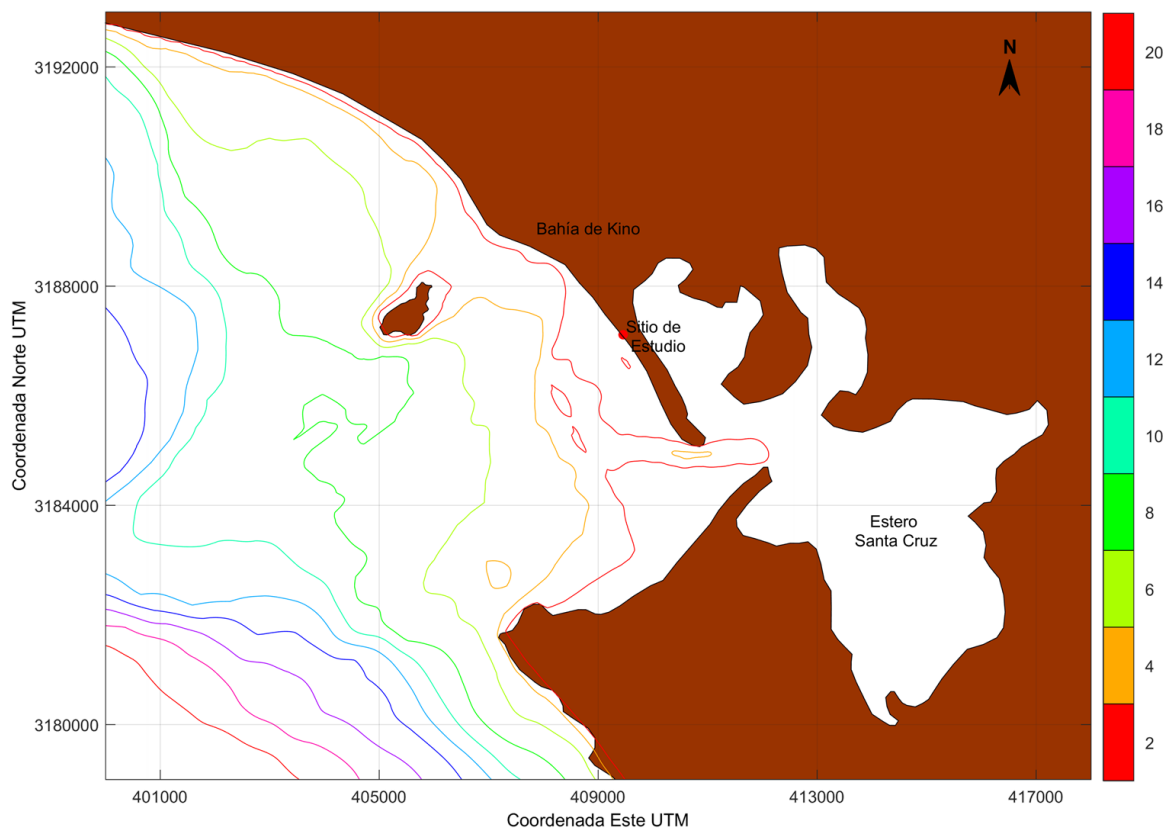


Figura IV. 48. Batimetría para el sitio de estudio, obtenida de la interpolación de fijas recopiladas. El punto rojo indica la ubicación geográfica de la zona de estudio. La barra de colores indica la profundidad en metros.

e). Forzamiento por Marea.

Para forzar el modelo numérico bidimensional es necesario conocer las características de la onda de marea, es decir se debe determinar la amplitud y la fase de las constituyentes armónicas más energéticas.

Para determinar la amplitud y la fase de las principales constituyentes armónicas de la marea, se analizaron los datos recabados por un perfilador de corrientes acústico Doppler (ADP), marca Sontek de 1500 kHz, de 3 haces acústicos, el cuál fue anclado a ~0.5 m del fondo, en un sitio que se localiza en las coordenadas Latitud norte (28.73°) y Longitud Oeste (112.291°), a 30 km de la costa, frente a Bahía Kino. El ADP fue programado para medir la

velocidad en celdas de 1 m, con una distancia de blanqueo de 0.5 m. La frecuencia de muestreo fue de 2 Hz, los ensambles de datos fueron promediados durante 1 min y se realizó registró de datos cada 30 min (Figura IV.49).

La depuración de datos incluyó el remover el 10 % de la parte más alta de la columna de agua para remover efectos por fuga de energía lateral (SideLobe effect). Adicionalmente, del conjunto de celdas más altas de la serie de tiempo, se seleccionó la menor como cota máxima de análisis, de tal forma que la serie de tiempo asociada a ella, todo el tiempo estuviera bajo el agua y cumpliera la restricción del 10 %.

En consecuencia, el rango de profundidades fue entre los 2.0 m y los 17 m desde el fondo. El ADP también midió la elevación de la superficie del mar, con la misma estrategia de muestreo. El período de observación fue del 21 de mayo al 24 junio del 2010.

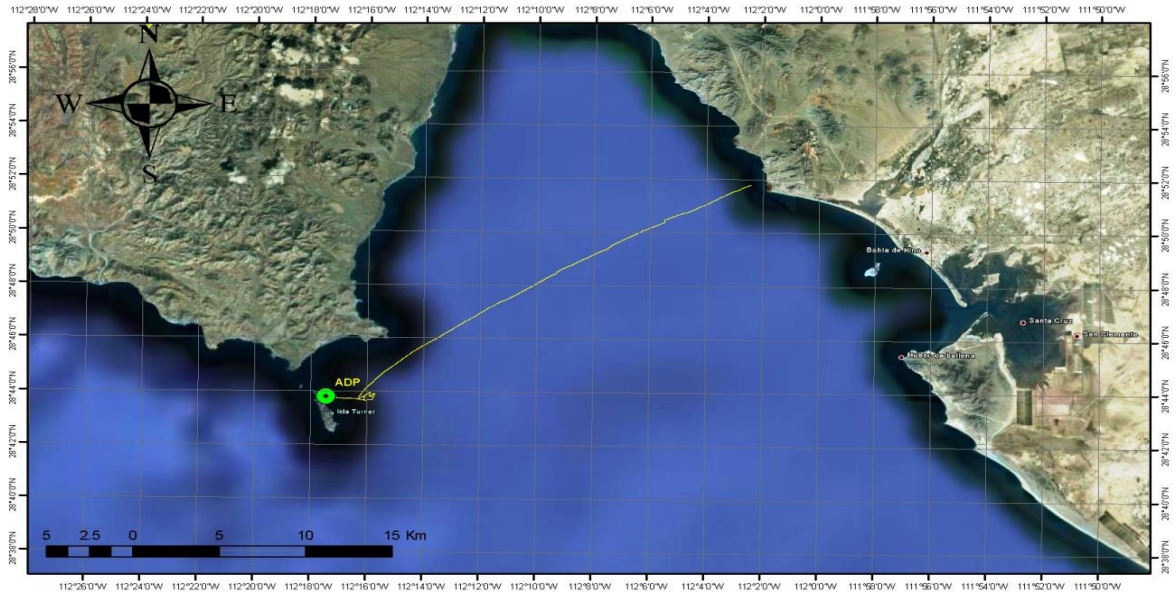


Figura IV. 49. Puntos de ubicación del sitio donde se instaló el ADP.

La serie de tiempo de nivel del mar fue suavizada con un filtro de media corrida y diezmada a registros horarios. Las constituyentes de marea, amplitud y fase (A, g) fueron extraídas de las series mediante la técnica de cuadrados mínimos, usando un criterio de Rayleigh de uno y se incluyeron correcciones nodales (Godin, 1972; Pawlowicz et al., 2002).

Las constituyentes P1 y K1 fueron estimados por inferencia, de acuerdo a lo sugerido por Foreman *et al,* (1995).Se usaron las relaciones internas entre las mareas P1 y K1, y entre las mareas K2 y S2 obtenidas a partir de (Morales-Perez y Gutierrez de Velazco, 1988).

La serie de tiempo de nivel del mar se muestra en la Figura IV.50. El rango máximo de oscilación fue de 1.8 m. La señal muestra una marcada desigualdad diurna, clásica de un régimen de mareas mixto. El análisis armónico (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 13) revela que la variación del nivel del mar, en el registro, fue explicada por la marea al 98 %, mientras que el factor de forma fue de 1.0; por lo que la marea tiene dominancia semidiurna. Adicionalmente, el rango medio de la marea viva (2|AM2 + AS2|)

fue ~ 50 cm (Pugh, 1987). Mientras que la variación del ciclo de mareas vivas a mareas muertas (|(M2 + S2) / (M2 - S2)|) fue de ~ 2.7. Una indicación de la baja profundidad del sitio de estudio lo revela la presencia la marea somera M4 con un valor de ~ 1 cm. Esta marea, con período de ~4.2 hr, usualmente se genera por advección y continuidad no lineal (Parker, 1991).

En realidad, el sito se seleccionó buscando una profundidad cercana a los 20 m y desde la salida del atracadero en Bahía Kino, este fue el sitio más cercano con el rango de profundidad deseada. Lo anterior significa, que las mareas someras se generan en toda la plataforma desde la costa continental incluyendo el sitio de estudio.

En el Golfo de California, se ha documentado su generación en plataforma y su flujo de energía hacia embahiamientos (Dworak y Gómez-Valdés, 2003). La importancia de esta marea somera en particular es su efecto en la asimetría de corrientes; es decir, la dominancia del flujo o reflujo en un ciclo de mareas. La componente de baja frecuencia del nivel del mar tuvo un rango de oscilación máxima de 0.12 m.

Tabla IV. 13. Constituyentes de la marea para el nivel del mar en Bahía de Kino. Los valores de la amplitud (A) y la fase (g), así como sus respectivos errores (δA, δg) son reportados.

Constituyente	Frec (cph)	A (m)	δa (m)	g (°)	δg (°)
MM	0.0015122	0.0423	0.025	258.52	32.61
ALP1	0.0343966	0.0027	0.002	339.07	49.62
2Q1	0.0357064	0.0034	0.002	206.28	40.94
Q1	0.0372185	0.0308	0.002	180.81	4.55
O1	0.0387307	0.2084	0.002	181.30	0.64
NO1	0.0402686	0.0070	0.002	240.93	13.73
P1	0.0415526	0.0939	0.003	190.58	1.54
K1	0.0417807	0.2980	0.003	193.80	0.46
J1	0.0432929	0.0263	0.002	223.46	5.54
OO1	0.0448308	0.0081	0.002	207.44	14.70
UPS1	0.0463430	0.0030	0.002	127.59	39.73
EPS2	0.0761773	0.0069	0.005	175.20	41.15
MU2	0.0776895	0.0170	0.005	160.89	15.54
N2	0.0789992	0.0885	0.005	252.16	3.06
M2	0.0805114	0.3444	0.005	259.14	0.85
L2	0.0820236	0.0115	0.007	221.04	29.98
S2	0.0833333	0.1567	0.005	257.74	2.05
K2	0.0835615	0.0455	0.004	255.58	5.91
MO3	0.1192421	0.0033	0.003	192.05	58.69
M3	0.1207671	0.0067	0.003	251.77	26.22
MK3	0.1222921	0.0039	0.003	256.87	45.06
SK3	0.1251141	0.0047	0.003	193.87	39.22
MN4	0.1595106	0.0065	0.004	45.43	34.46
M4	0.1610228	0.0126	0.004	58.42	18.08

SN4	0.1623326	0.0063	0.004	71.58	40.28
MS4	0.1638447	0.0044	0.004	73.30	47.67
2MK5	0.2028035	0.0024	0.002	135.85	57.30

Los ángulos de fase son referidos al TMG y la zona de tiempo es Z= +7. Los valores observados para la amplitud y la fase están reportados dentro del intervalo del 95 % de confianza. Las constituyentes que se encontraron por debajo del nivel del ruido (razón de señal a ruido < 1) fueron eliminadas. Las constituyentes P1 y K2 fueron inferidas.

Como forzamiento, se seleccionaron de la Tabla IV.13, las principales componentes de marea, es decir, las que tienen mayor energía y que explican más a detalle la variabilidad del nivel del mar. Se seleccionaron dos componentes diurnas (O1, P1 y K1) y las componentes semidiurnas (N2, M2, S2 y K2).

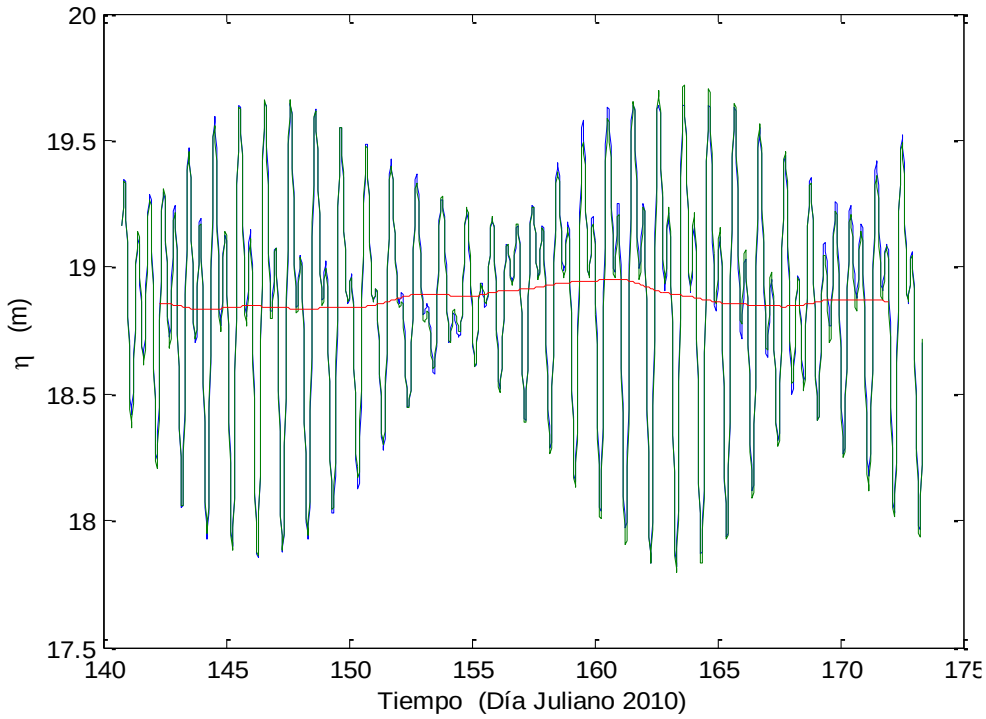


Figura IV. 50. Variación del nivel del mar. Línea Azul, variación total del nivel del mar. Línea verde, variación mareal del nivel del mar. Línea roja, variación de baja frecuencia (>72 hr) del nivel del mar.

f). Modulo de Oleaje (WAVE).

Para modelar la propagación del oleaje que incide al sitio de interés se utilizó un módulo WAVE que predice la evolución espacial y temporal del espectro direccional del oleaje mediante la ecuación de balance de acción (8) a partir de condiciones arbitrarias de viento, corrientes y batimetría.

El modelo considera los procesos físicos de generación del oleaje por suministro de energía por viento, disipación de energía por rompiente y por fricción con el fondo y la transferencia de energía entre componentes espectrales debidas a interacciones no lineales. El modelo tiene como base el modelo SWAN (**S**hort **Wa**ves **N**ear **S**hore), el cual fue descrito y validado adecuadamente por (Booij, 1999) y (Ris et al., 1999). El modelo fue utilizado por (Caliskan y Valle-Levinson, 2008), en una bahía de Baja California Sur, el SWAN se utilizó para estudiar la evolución de ondas de largo periodo (swell), al introducirse a la bahía Concepción, la cual es una bahía alargada. Las olas que penetraban por la boca de la bahía ya no se observaron en la cabeza de esta, el modelo SWAN proporciono los mecanismos mediante los cuales la energía de estas olas se disipaba al introducirse en la bahía, estos mecanismos son los efectos combinados de la fricción del fondo, rompiente de ola, refracción y bloqueo de olas por la costa.

El modelo SWAN es adecuado para propagar olas en zonas donde la batimetría es complicada y la línea de costa es irregular, (Zijlema, 2010) aplica el SWAN en mallas numéricas no estructuradas, construidas en base a polígonos y polinomios de alto orden, verifica sus resultados para casos de estudio analíticos y reales, demuestra que la aplicación del modelo SWAN sobre mallas numéricas no estructuradas, reproduce adecuadamente las condiciones de oleaje en topografías complicadas.

En un experimento de propagación de oleaje, (Gorrell et al., 2011) utilizó oleaje medido por boyas direccionales y lo propagó desde aguas profundas (550 m), a profundidades de 5 m, 2.5 m y 1 m, con el modelo SWAN, el experimento lo realizó en las costas de California, hizo mediciones con sensores de presión y correntómetros a lo largo de la costa y comparo los resultados del modelo con las mediciones a lo largo de la costa, encontró que la propagación de oleaje realizada con el modelo SWAN es adecuada. En su tesis de maestría (Cruz, 2010) aplicó el modelo SWAN en el corredor turístico los Cabos B. C. S., para modelar la corriente a lo largo de la costa generada por el oleaje.

La ecuación (8) describe el balance entre la acción (N), la cual se define como la energía dividida entre la frecuencia relativa (σ), y los términos fuente (S) que incluyen suministro de energía por viento (S_{in}), disipación de energía (S_{dis}) que considera pérdida de energía por rompiente y por fricción con el fondo y transferencia de energía debida a interacciones no lineales entre componentes espectrales (S_{nl}). El primer término del lado izquierdo de la ecuación (8) representa la variación temporal de la acción, el segundo y tercer término la variación en el espacio geográfico, el cuarto y quinto término representan la variación de la acción en el espacio espectral de frecuencia (σ) y dirección (θ), $C_x, C_y, C_\sigma, C_\theta$representan las velocidades de propagación de la acción en el espacio geográfico (x, y) y espectral (σ, θ). El lado derecho de la ecuación (8) representa los términos fuente.

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial C_x N}{\partial x} + \frac{\partial C_y N}{\partial y} + \frac{\partial C_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial C_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S_{in} + S_{dis} + S_{nl}}{\sigma} \qquad (8)$$

La ecuación de balance de acción se resuelve numéricamente mediante diferencias finitas. El modulo WAVE se acoplo con el módulo FLOW, de tal forma que se retroalimenten uno con otro, y de esta manera tener una representación mas exacta de la hidrodinámica del sitio de estudio que se genera por la interacción de las corrientes inducidas por la marea y

el oleaje propagado desde aguas profundas en el sitio de estudio. Y a su vez, observar su efecto que se produce en el transporte de sedimento.

Como forzamiento en la frontera abierta para el módulo WAVE, se utilizaron las salidas del modelo WaveWatch (Tolman, 1991) , descrito previamente en este documento. Se propago el oleaje desde agua profundas hasta el sitio de estudio.

g). Modulo Morfodinámico (MOR).

Para evaluar el efecto de la dispersión de sedimentos (erosión y sedimentación) en la zona de estudio, resultó necesario contar en primer lugar con una representación matemática confiable del campo bidimensional de velocidades del flujo, altura y dirección de oleaje (altura significante) y variación del nivel del mar. Ello se logró por medio de una simulación con el modelo hidrodinámico DELFT 3D, mediante el cual se representó la dinámica del sitio de estudio.

Posteriormente, se implementó el módulo MOR (Morfodinámico), este módulo integra los efectos de las corrientes y el oleaje en el transporte de sedimento en su cálculo numérico, en relación a los tamaños de sedimento. Los cuales van desde limos (cohesivos) hasta arenas y gravas de tamaño medio (no cohesivos).

El software ha sido usado y probado sus capacidades en muchos lugares alrededor del mundo como Holanda, Estados Unidos, Hong Kong, Singapur, Australia, Viena, etc. Se encuentra en continua mejora y es desarrollado con modernas técnicas de modelación como consecuencia del trabajo de investigación del Instituto Deltares (Delft3D-FLOW, 2014), el cual se encuentra a cargo de su desarrollo.

h). Descripción del Modelo.

El módulo MOR calcula transporte de sedimentos (suspendidos y la carga total de fondo) así como los cambios morfológicos para un número arbitrario de fracciones cohesivas y no cohesivas. Las corrientes, oleaje y variación del nivel del mar funcionan como fuerzas condicionantes del sistema. Este módulo tiene incorporadas una amplia variedad de fórmulas de transporte.

Para la carga suspendida, este módulo se acopla con la ecuación de advección-difusión en 2D o 3D del módulo FLOW (considera los efectos de la densidad del agua). El método predeterminado que utiliza el Delft3D está asociado a las fórmulas de van Rijn (1993), pudiéndose especificar otro tipo de formulación como; por ejemplo, las ecuaciones de (Meyer-Peter y Müller, 1948), entre otras.

Una característica esencial del módulo MOR es la dinámica y retroalimentación con los módulos FLOW y WAVE, que permite que los flujos y olas se ajusten a la batimetría local y permite la simulación en cualquier escala de tiempo (desde horas, días a años).

El cálculo simultáneo de hidrodinámica y transporte de sedimentos tiene las siguientes características:

- Procesos hidrodinámicos en tres dimensiones y la adaptación de perfiles de concentración sedimentos no equilibrados son tomados automáticamente en cuenta para los cálculos de los sedimentos suspendidos.

- Los efectos de la densidad de sedimentos en suspensión son incluidos automáticamente en los cálculos hidrodinámicos.
- El transporte de sedimentos y las simulaciones morfológicas son simples de desarrollar y no requieren de una gran cantidad de datos para comunicar los resultados de los módulos de hidrodinámica y transporte de sedimentos.

Como se ya menciono en los contextos anteriores, el modelo a utilizarse para la simulación de la propuesta de protección costera en el sitio de estudio es el Delft 3D. El transporte del sedimento suspendido se calcula resolviendo la ecuación de advección-difusión (balance de masas) tridimensional para el sedimento suspendido:

$$\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial t}+\frac{\partial uc^{(\ell)}}{\partial x}+\frac{\partial vc^{(\ell)}}{\partial y}+\frac{\partial (w-w_s^{(\ell)})c^{(\ell)}}{\partial y}+(-\frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon_{s,x}^{(\ell)}\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial x})-\frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon_{s,y}^{(\ell)}\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial y})$$
$$-\frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon_{s,z}^{(\ell)}\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial z}))=0$$

Donde:

$c^{(\ell)}$ Concentración de masa de la fracción de sedimento $(\ell)[{}^{kg}/_{m^3}]$

u, v, w Componentes de velocidad $[{}^{m}/_{s}]$

$\varepsilon_{s,x}^{(\ell)}, \varepsilon_{s,y}^{(\ell)}, \varepsilon_{s,z}^{(\ell)}$ Difusión turbulenta de la fracción de sedimento.

$w_s^{(\ell)}$ Velocidad de asentamiento de sedimento (ℓ) $[{}^{m}/_{s}]$.

Las velocidades de flujo y las difusividades turbulentas se basan en los resultados de los cálculos hidrodinámicos. Computacionalmente, el transporte tridimensional del sedimento se calcula exactamente de la misma manera que el transporte de cualquier otro constituyente conservador, como la salinidad, el calor y otros constituyentes.

Sin embargo, existen varias diferencias importantes entre los sedimentos y otros constituyentes, por ejemplo, el intercambio de sedimentos entre el fondo y el flujo de corriente, así como la velocidad de sedimentación de los sedimentos bajo la acción de la gravedad. Estos procesos adicionales para sedimentos son obviamente de importancia crítica.

También se pueden tener en cuenta otros procesos, como el efecto que tienen los sedimentos en la densidad de la mezcla local y, por lo tanto, en la amortiguación de la turbulencia. Además, si se produce un flujo neto de sedimento desde el lecho al flujo, o viceversa, el cambio resultante en la batimetría debería influir en los cálculos hidrodinámicos subsiguientes.

La formulación de varios de estos procesos (como la velocidad de sedimentación, la deposición de sedimentos) son específicos del tipo de sedimento, esto se aplica especialmente a materiales cohesivo y no cohesivos. Además, la interacción de las fracciones de sedimentos es importante para muchos procesos, por ejemplo, la presencia simultánea de múltiples fracciones de sedimentos suspendidos tiene implicaciones para el cálculo de la velocidad local de asentamiento, así como para la densidad de la mezcla resultante.

La modelación se ejecutó para un periodo total de 3 meses, comprendido entre el enero y marzo del 2017. Se utilizó un valor de densidad del agua de mar de 1025 kg/m^3 (valor

promedio). El material seleccionado para la modelación fue no-cohesivo (arenas), con una densidad del sedimento ρ_s=2650 kg m^{-3}.

IV.2.3.7. Propuesta de Obra de Protección.

Para proponer una alternativa de solución al problema de erosión que se presenta en la esquina sur-este del predio, se analizaron varias alternativas. Las alternativas fueron ensayadas numéricamente mediante el modelo Delft-3D, el cual considera la interacción simultánea del oleaje, la marea y el campo de corrientes generado por estos fenómenos, con el movimiento de sedimentos a lo largo y perpendicular a la línea de costa. El modelo permite incluir estructuras como espigones, muros verticales y rompeolas paralelos a la costa.

En el área mencionada se ha planteado una estructura de protección que tiene tres objetivos: 1) proteger el frente de acantilado de la erosión marina (tablaestaca); 2) regenerar una playa que se mantenga estable para uso recreativo; 3) mitigar el impacto ambiental en el sitio de estudio. De las alternativas ensayadas, la propuesta más factible en base a los objetivos mencionado anteriormente, es la construcción de un rompeolas paralelo a la costa a base de geotubos (Figura IV.51).

Cuando se utilizan este tipo de estructuras de protección costera, típicamente tienen de 25 a 100 m de longitud, y se colocan en el ancho promedio de la zona de rompiente (Komar, 1998). La forma de la línea de costa que se generará por efecto de la construcción de rompeolas paralelos depende de la distancia perpendicular entre la costa y los rompeolas, de la razón entre la longitud de los rompeolas y de la separación entre ellos, y de la energía de las olas. Esta dependencia fue analizada por Pope & Dean (1987). La profundidad del agua limita las alturas de las olas que pueden penetrar por la separación entre los rompeolas, estas son difractadas en la parte protegida, este comportamiento fue verificado con el modelo numérico GENESIS para la evolución de la línea de costa por Hanson & Kraus (1991).

Para definir criterios de diseño de rompeolas paralelos a la costa primero debe precisarse qué tipo de respuesta es la que se desea de la playa, el uso que se le dará, el grado de protección y el efecto en el régimen litoral asociado a la formación de tómbolos. La formación de salientes puede ser más estéticas y sirven con usos recreacionales, con pocos impactos adversos sobre el transporte litoral, pero las salientes por lo general son inestables y tienden a ser menos efectivas en proporcionar una protección permanente a la playa. En Ohio Pope y Rowen (1983), construyeron 3 rompeolas paralelos a la costa para proteger la costa de la erosión y generar una playa con usos recreacionales, en su trabajo definen criterios de diseño.

Este tipo de rompeolas además de proteger la línea de costa de eventos extremos, pueden generan formaciones costeras como salientes y tómbolos. El adecuado diseño y colocación de los mismos requiere del conocimiento de las variables oceanográficas que regulan la dinámica litoral.

Figura IV. 51. Propuesta de localización de la estructura de protección paralelo a la costa (rompeolas) a base de geotubo. Longitud 75 metros, a 60 metros separado de la costa.

a). Análisis de la Propuesta con Efectos Dinámicos (Modelación Matemática).

Con la finalidad predecir los efectos que se pudieran presentar por la presencia de la ora marítima propuesta, se implementó un modelo numérico bidimensional (Delft-3D), que acopla corrientes de marea, oleaje y sedimento para el sitio de estudio, esto con el objeto de conocer la respuesta del proceso de sedimentación y erosión ante una obra de protección paralelo a la línea de costa (rompeolas). Con el propósito de visualizar de mejor manera las zonas de acumulación y erosión de sedimento se utilizó un factor de escala morfológico de 5.

Las Figuras IV.52, IV.53, IV.54, muestran el campo de acumulación y erosión de sedimentos generados por la propuesta de protección (rompeolas) en el sitio de estudio. Se presenta la evolución espacial y temporal de topografía del fondo marino para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente.

Se observa desde el inicio de la modelación acumulación de sedimento en la parte protegida por el rompeolas, así como en la zona cercana a la tablestaca que limita el predio. Para el mes de febrero la acumulación es más notoria en la zona protegida por el rompeolas y esta se intensifica hacia el sureste de la tablestaca del predio. Para el mes de marzo la acumulación de sedimentos en la zona protegida del rompeolas continúa incrementándose y se intensifica la acumulación al sureste de la tablestaca, en algunos puntos se observa que ambos procesos de acumulación se unen.

Adicionalmente se observa como la integración de un rompeolas paralelo al sitio de estudio, resulta favorable al minimizar el proceso de erosión que se genera en la zona de rompiente frente al sitio de estudio por la presencia de un muro vertical (tablestacado). La construcción de muros verticales similares al tablestacado construido enfrente del predio por lo general resulta en erosión severa en la base de la estructura (Figura IV.55).

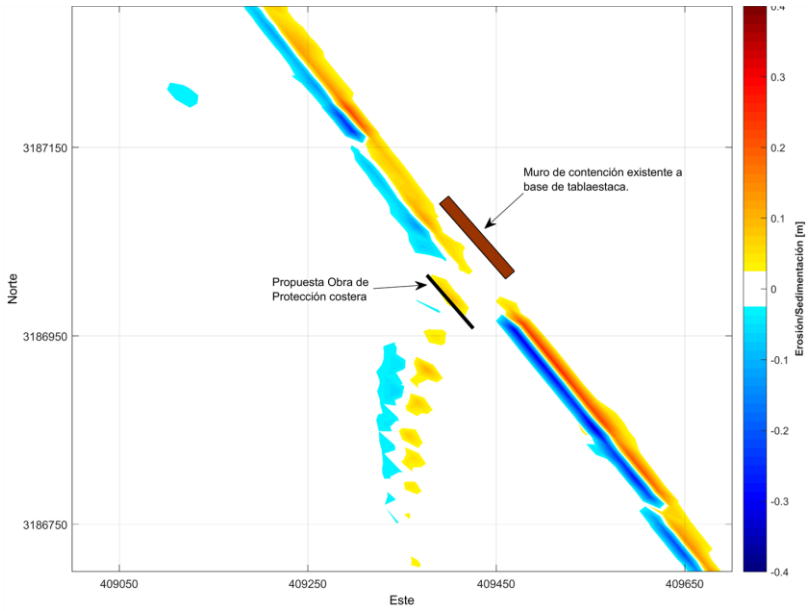


Figura IV. 52. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un tiempo de 1 mes

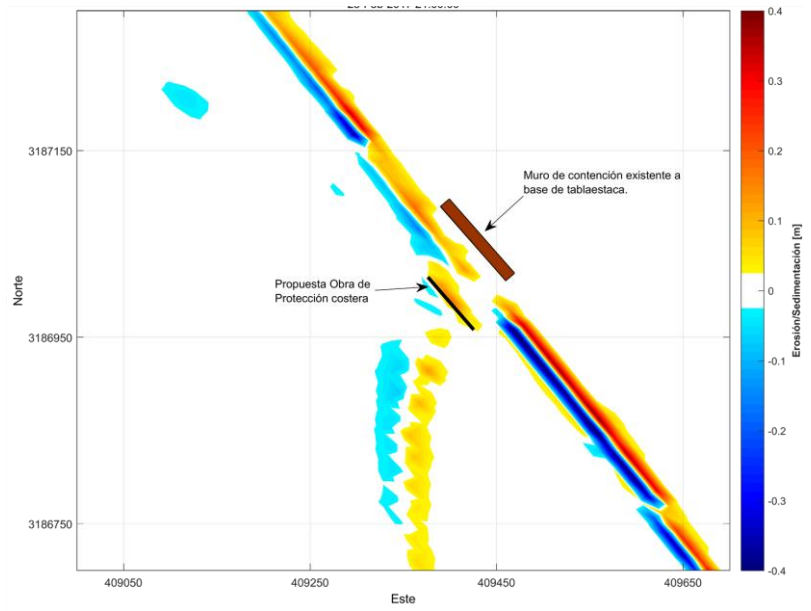


Figura IV. 53. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un paso de tiempo de 2 meses.

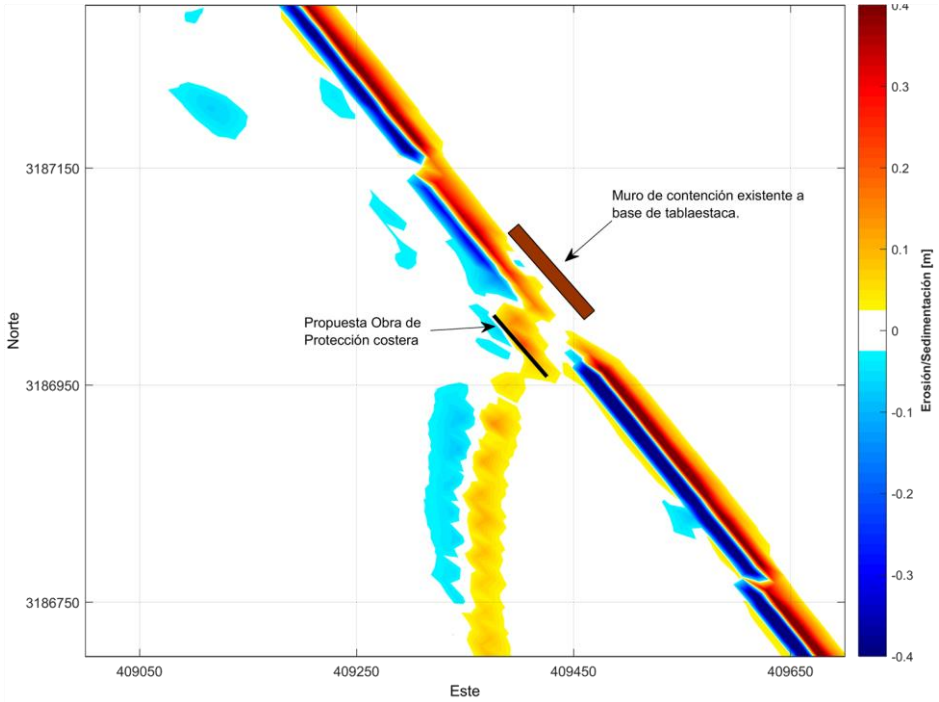


Figura IV. 54. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un paso de tiempo de 3 meses.

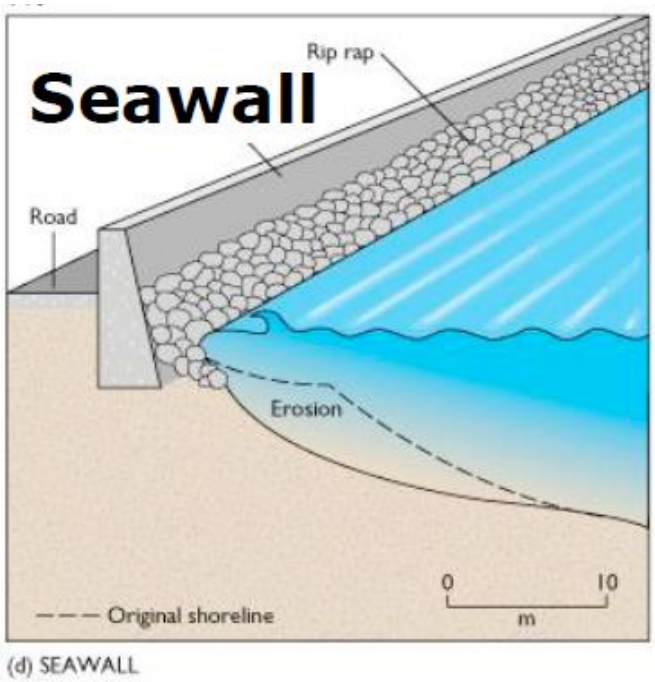


Figura IV. 55. Esquema que muestra el proceso de erosión provocado por un muro vertical construido en la línea de costa. La línea punteada muestra el fondo marino inicial y la línea continua el cambio generado por el proceso de erosión.

b). Diseño de la estructura.

Se analizaron las salidas del modelo numérico global de olas WaveWatch (Tolman, 1991), se extrajo del nodo numérico más cercano al sitio de interés. La información que se obtuvo fue altura significante, periodo de máxima energía y dirección del pico espectral a intervalos de 3 horas durante el año 2017.

Los datos obtenidos se utilizaron para realizar un análisis de propagación de las olas desde aguas profundas hasta la profundidad de rompiente, pasando por aguas intermedias y someras, esto se hizo con el modelo SWAN (Ris et al., 1999). Se determinó la profundidad, la altura de la ola y el ángulo de incidencia en la rompiente.

La información obtenida en la zona de rompiente se utilizó para determinar el transporte litoral. Se calculó, primeramente, la componente a lo largo de la costa de la potencia de la ola en la zona de rompiente. La potencia de la ola se determina mediante el producto de la velocidad de grupo por la energía de la ola. Para calcular la componente a lo largo de la costa de la potencia de la ola se requiere el ángulo que forman las crestas de las olas con el contorno batimétrico donde estas rompen, de aquí la necesidad de propagar las olas hasta la profundidad de rompiente.

Determinada la componente a lo largo de la costa de la potencia de la ola, se calcula la razón de trasporte por peso inmerso, que es el producto de una constante empírica por la potencia de la ola. Con la razón de transporte por peso inmerso se determina, mediante una ecuación, el transporte litoral, la fórmula incluye la densidad el agua, la densidad del sedimento, la gravedad y el porcentaje de espacios vacíos entre las partículas de sedimento.

Los resultados muestran que el ángulo de incidencia se reduce considerablemente, al propagarse las ondas desde aguas profundas hasta la zona de rompiente.

El análisis de la propagación de las olas desde aguas profundas hasta la zona de rompientes se utilizó para determinar el transporte litoral, los resultados mostraron que el trasporte litoral neto es hacia el sureste, el transporte hacia el noroeste es menor que el del sureste.

El transporte litoral total (la suma de la cantidad de sedimentos que se mueven en ambas direcciones) es del orden de 50,000 m^3/año.

La alternativa de obra protección modelada se selección en base a criterios de eficiencia (protección), minimización de impacto ambiental y visual (recreativo).

Se recomienda una obra de protección paralela al sitio de estudio con una longitud de 75 metros, con una separación de la línea de costa (tablestaca) de 60 m. La cual puede estar conformada a base de geotubos, esto por la facilidad del procedimiento constructivo, y por ser amigables con el medio ambiente.

La nueva tecnología de espigones completamente sumergidos permite la alimentación de arena por modificación de la dinámica de las corrientes en el fondo del mar. Su efecto es la disminución de la reflexión de las olas y la turbulencia junto a la orilla. Al volverse las aguas

más calmadas se facilita la sedimentación. Estas estructuras normales a la playa ayudan a la acumulación de arena y disminuyen la erosión.

Este sistema para la protección de las zonas altas la franja costera, es el uso de grandes tubos de geotextil lleno de material dragado de la playa. El geotextil a usarse debe ser de alta durabilidad, generalmente un poliéster de alta resistencia para evitar el desgaste a través de la abrasión, desgarre y perforación debido a su gran tamaño, consecuencia del ancho y gran longitud de las bolsas. Estas permiten a las mismas, soportar el golpe de las olas a través de su gran peso. Debido a su flexibilidad, la socavación no es un problema muy serio para estos tipos de revestimientos. (American Society of Civil Engineers, 1995).

El tipo geotubos es generalmente circular y tiene cojines en forma de esquina cuando se llena con material. Aproximadamente 85 a 95 por ciento del material de relleno es arena. Por lo tanto, la tela debe estar diseñada para contener partículas de tierra de este tamaño. Las cintas de polipropileno se utilizan para la fabricación del tejido que se sutura para formar el recipiente. La resistencia de la costura es un punto de diseño importante y depende de la técnica utilizada para el material de costura. Este valor debe ser al menos 50% de la resistencia final del tejido. (National Academies, 2017). Es por ello que durante las actividades se vio la necesidad de conocer el material granular del sitio con la finalidad de identificar fuentes de suministro para el relleno fluido de los geotubos.

Comúnmente el material que se utiliza para rellenar los geotubos es material de dragado o material removido con bombeo directo del fondo. Se considera que el material adecuado debe contener un porcentaje mayor al 15% en cuanto a finos, con el único objetivo de llegar a minimizar el aplastamiento del geotubo de forma posterior a que se haya realizado el llenado. De forma contraria se deberá proceder a realizar el llenado del tubo a forma de etapas con el fin de lograr alcanzar la altura requerida o prevista. Cualquiera que sea el resultado, se deberá prestar un cuidado especial para no llegar a sobre exigirle al geotextil al igual que a las costuras, de manera que se evitan las tensiones por fatiga o las distorsiones de carácter excesivas.

La granulometría de relleno deberá ser realizada con un mínimo de un ensayo del material que sea utilizado para el relleno, en el caso que se requiera longitudes mayor a 300 metros lineales deberá repetirse el muestreo granulométrico. De forma adicional se debe garantizar en todo momento mediante la realización de una inspección visual la cantidad de material fino que se encuentra dentro del material de relleno y que este haya superado el porcentaje previsto que fuere permitido.

Para realizar la fundación del emplazamiento del geotubo, es necesario utilizar un manto antisocavación provisto de tubos secundarios para anclarlos al suelo, así como un geotextil, el mismo que deberá presentarse de carácter liso y libre de elementos de carácter punzante que puedan a su vez dañar la estructura del geotubo y posteriormente perturbar los resultados esperados o cambiar el efecto de la estructura.

Como una medida general, se considera que la altura del geotubo una vez que haya sido rellenado, no debería llegar a superar la mitad del ancho, siendo una manera de asegurar su estabilidad frente a la acción o la fuerza del oleaje. Sin embargo dicho procedimiento no exime de realizar las comprobaciones necesarias antes de realizar una estructura de

contención como las pruebas de deslizamiento, vuelco, la capacidad de la carga, estabilidad global, sobrepaso de la ola, entre otros.

La resistencia de los geotextiles es obtenida mediante varios ensayos que van en función de la dirección, uniformidad y duración de la carga aplicada y área a la cual se aplica. En geotextiles, la resistencia a la tensión es la propiedad que gobierna el diseño para la aplicación de refuerzo y está determinada por la fuerza de tensión por unidad de longitud y se establece por el método Grab o por el de tira ancha.

El método Grab corresponde a un ensayo de tensión que permite determinar la resistencia a la tensión y la elongación en una fracción del ancho del espécimen ensayado". Este método obtiene una propiedad índice que indica los valores de carga por rotura y elongación, la carga aplicada se incrementa continuamente en sentido longitudinal. Cabe indicar que estos valores se pueden obtener por medio de este método y por el método de tira ancha, algunas empresas utilizan los dos, y otras solo uno de los métodos.

De la tabla IV.14, podemos observar: Resistencia a la tensión: Valor máximo: 3115 N (Belton Beltech,USA, Geotextil 4x6, Style 1853) Valor mínimo: 1400 N (Skaps Industries, USA, Geotextil MT4050) Elongación: ambos tienen una elongación de 15%. Por ende, el geotexitil de Belton Beltech (USA) se ubica con buenas características a la tensión en este método. Por otro lado, podemos observar que en la aplicación de este método existen elongaciones que van del 15 al 24%.

Este método, al igual que el anterior, obtiene la resistencia a la fuerza de tensión por unidad de longitud y la prueba se realiza tanto en sentido longitudinal como transversal. Las fuerzas que se muestran a continuación son las necesarias para iniciar un rasgado previo la dirección indicada.

Podemos observar que las empresas realizan este método siempre en sentido transversal para obtener la resistencia a la tensión. Los valores de resistencia y elongación en el sentido transversal se dan para cargas distribuidas: Valor máximo: 105 Kn/m (Belton Beltech,USA, Geotextil 4x6, Style 1853) Valor mínimo: 35 Kn/m (Propex Synthetic Industries, USA, Geotextil 2x2 HF (2016)) Elongación: Para el geotextil de Belton Beltech, 13% y para el geotextil de Propex Synthetic Industries, 15%.

Podemos indicar que el geotextil 4x6, Style 1853, de Belton Beltech (USA), posee características a la tensión excelentes y que tanto el método Grab como el de tira ancha en sentido tranversal lo ubican como el geotextil con mejores características a la tensión(tabla II.8). Además, podemos observar que la elongación en el método de tira ancha, varía entre el 8% y el 20% para el sentido transversal, dependiendo del geotextil y del fabricante. Sentido Longitudinal: En relación al sentido longitudinal son cuatro las empresas que aplican el método de tira ancha: Valor máximo: 105.1 Kn/m (Carthage Mills, Geotextil FX-400 MF/ Tencate, Holanda, Geotextil HP770) Valor mínimo: 38.5 kn/m (Tencate, Holanda, Geotextil HP270)

En el Manual Geosystems. Design, Rules and Applications se hace mención de diferentes geoestructuras, entre las cuales se encuentran los geotubos. Este manual define a los geotubos como tubos permeables rellenos de arena con diámetros que llegan hasta los cinco metros y longitudes que en algunos casos superan los 100 metros. De acuerdo a esta

definición, el manual establece la verificación de la estabilidad de estas estructuras con las siguientes relaciones:

En base a resultados obtenidos por las investigaciones hechas para el manual antes mencionado para la estabilidad de tubos de geotextil, se establece la siguiente relación para comprobar la estabilidad de geotubos contra el ataque del oleaje:

$$\frac{H_s}{\Delta_t * D_k} \leq 1{,}0$$

Donde:

H_s: *Altura de ola significativa*

Δ_t: *Densidad relativa del Geotubo*

D_k: *Espesor efectivo del Geotubo*

Tabla IV. 14. Método Grab Resistencia a la tensión- Elongación.

Método Grab ASTM D4632 N (Lb)			
	Resistencia a la tensión		Elongación
PAVCO S.A. Colombia			
TR 3000	2050 (462)		19
TR 4000	2570 (579)		22
TR 6000	2800 (630)		22
SKAPS INDUSTRIES USA			
MT4050	1400 (315)		15
M440	2220 (500)		15
THRACE LINQ FABRICS USA			
GTF-320	1779		15
GTF-370	1779		15
GTF-400	1779		20
GTF-500	2669		20
GTF-570	2113		12
PROPEX INC SYNTHETIC INDUSTRIES USA			
2x2 HF (2016)	1401.8 (315)		15
3x3 (2033)	2002.5 (450)		15
4x4 (2044)	2670 (600)		15
4x4 HF	2114 (475)		15
BELTON BELTECH USA			
400, Style 884	2359 (530)		20
Style 1104	1980 (445)		20
4x6, Style 1853	3115 (700)		15
4x2.5, Style 1890	2492 (560)		24
4x4 Style 2056	2314 (520)		18
CARTHAGE MILLS			
FX-400MF	2110 (475)		12
FX-400TF	2440(550)		15

Tabla IV. 15. Método de tira ancha.

Método Tira Ancha					
	Sentido Longitudinal ASTM D 4595 KN/m (Lb)	Elongación	Sentido Transversal ASTM D 4595 KN/m (Lb)	Elongación	Resistencia al Punzonamiento ASTM D 4833 N (Lb)
PAVCO S.A. Colombia					
TR 3000	56	29	55	17	1010 (277)
TR 4000	75	28	65	17	1240 (279)
TR 6000	95	19	95	18	1045 (235)
SKAPS INDUSTRIES USA					
MT4050			38 (2400)		530 (120)
M440			70 (4800)	10	800 (180)
THRACE LINQ FABRICS USA					
GTF-320			39	9	
GTF-370			53	9	
GTF-400			55	9,4	
GTF-500			70	10,2	
GTF-570			70	9	
PROPEX INC SYNTHETIC INDUSTRIES USA					
2x2 HF (2016)			35	17	
3x3 (2033)			57,6	15	
4x4 (2044)			70,1	10	
4x4 HF			70,1	9	
BELTON BELTECH USA					
400, Style 884	51 (290)	25	60 (340)	20	1001 (225)
Style 1104					1001 (225)
4x6, Style 1853	70 (400)	17	106 (600)	13	1013 (250)
4x2.5, Style 1890	70 (400)	19	44 (250)	14	1157 (260)
4x4 Style 2056	70 (400)	19	70 (400)	13	1135 (255)
CARTHAGE MILLS					
FX-400MF	105,1		70,1 (400)	9	890 (200)
FX-400TF	75,3	11	73,6	8	1020
TENCATE Mirafi Geotube NICOLON HOLANDA					
HP 270	38,5 (2640)		35,9 (2460)		
HP 370	52,5 (3600)		39,4 (4800)		
HP 565	66,5 (4560)		70 (4800)		
HP 570	70 (4800)		70 (4800)		
HP 770	105,1 (7200)		84 (5760)		

Así mismo, se especifica que Dk depende de la posición del geotubo, ya que si este se encuentra paralelo a la dirección del oleaje debe utilizarse el ancho del geotubo, mientras que si este está ubicado perpendicular a la dirección del oleaje se usa la longitud del geotubo.

La densidad relativa del geotubo (Δt) es un coeficiente adimensional que está relacionado con la resistencia del geotextil del geotubo como elemento estructural. Este coeficiente está establecido en 0,91 por el fabricante. A pesar de que la ola que pide el manual es la altura

significativa de ola, por motivos de darle mayor seguridad a la estabilidad de la estructura se utilizara como ola de diseño una ola extrema de 1.50 metros con un periodo de retorno de 100 años. Aplicando la relación establecida en el caso particular de Bahía Kino para el elemento a utilizar que se van a utilizar, se obtiene que:

$\frac{1.50\ m}{0.91*2.20\ m}$	$=0.4995 \leq 1.0$	**Si cumple**

La propuesta evaluada como alternativa de solución al problema de erosión que se presenta en la esquina sur-este del predio, se derivó del análisis de varias alternativas. Las alternativas fueron ensayadas numéricamente mediante el modelo Delft-3D, el cual considera la interacción simultánea del oleaje, la marea y el campo de corrientes generado por estos fenómenos, con el movimiento de sedimentos a lo largo y perpendicular a la línea de costa. El modelo permite incluir estructuras como espigones, muros verticales y rompeolas paralelos a la costa.

En el área mencionada se ha planteado una estructura de protección que tiene tres objetivos:

1) Proteger el frente de acantilado de la erosión marina (tablestaca);
2) Regenerar una playa que se mantenga estable para uso recreativo;
3) Mitigar el impacto ambiental en el sitio de estudio.

Es así como el análisis de las alternativas ensayadas se determina la propuesta de la estructura, más factible en base a los objetivos mencionados anteriormente, es la construcción de un rompeolas paralelo a la costa a base de geotubos.

Un ejemplo de una estructura similar a la que estará operando en el sitio del proyecto, se muestra en la figura IV.56. y en la Tabla IV.16., se muestra el cuadro de construcción que define la localización del eje de la estructura.

Figura IV. 56. Estructura similar que será construida en el sitio seleccionado.

Tabla IV. 16. Cuadro de construcción del eje del geotubo, en coordenadas UTM, Zona 12, Datun WGS 84.

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

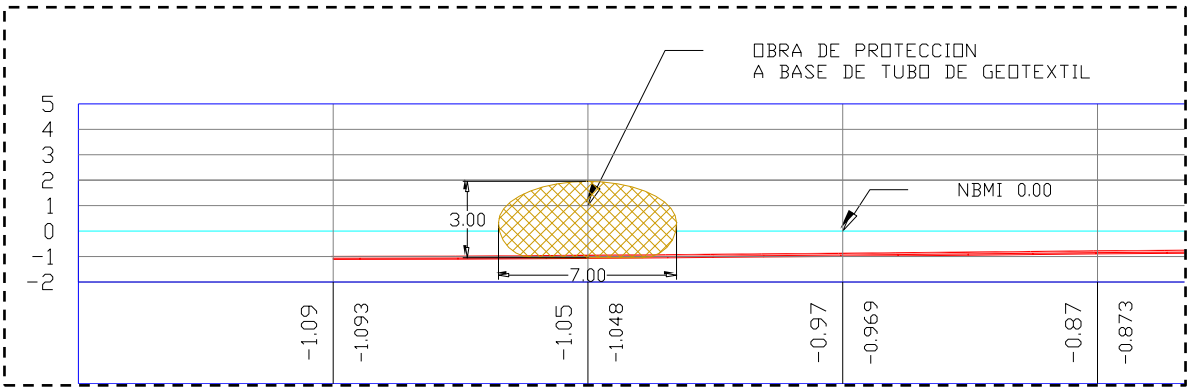


Figura IV. 57. Corte transversal de la instalación de Geotubo.

IV.2.3.8. Banco de Materiales.

En relación a los volúmenes de obra, se puede conocer con facilidad la cantidad de material a utilizar para el relleno de los tubos de geotextil, para este caso los volúmenes no excederán de los 2,000 m^3.

En los apartados anteriores se ha descrito que el cuerpo de agua de la localidad de Bahía de Kino se caracteriza en forma general por un cuerpo con abundante sedimentación granular conocida como arena con un diámetro de grano promedio 0.0029 Pulgadas.

Se pretende obtener los volúmenes de relleno para los geotubos del fondo marino, con una distancia no mayor a 500 metros de la instalación del elemento geotubo, los cuales podrán extraerse mediante equipos de dragado o bombas de succión de sedimentos.

De acuerdo a la legislación aplicable, en México regula la Ley de vertimiento, en donde Define a la actividad de “Dragado”: *Retiro, movimiento o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua, incluyendo la acción de ahondar y limpiar para mantener o incrementar las profundidades de puertos, vías navegables o terrenos saturados por agua; sanear terrenos pantanosos, abriendo zanjas que permitan el libre flujo de las aguas, eliminar los suelos de mala calidad en las zonas donde se proyecta la instalación de estructuras.*

La autoridad correspondiente que regula las actividades de vertimiento corresponde a la Secretaría de Marina (SEMAR), por lo que se llevaran a cabo las gestiones y trámites correspondientes para el desarrollo de estas actividades.

El banco de materiales propuesto para el llenado de los geotubos se localiza en un área aledaña a la zona de la obra. En la tabla IV.17 se presenta el cuadro de construcción que delimita dicha área. Mientras que en la figura IV.58 se puede observar gráficamente su localización.

Tabla IV. 17. Cuadro de construcción del área seleccionada para el banco de materiales, en coordenadas UTM, Zona 12, Datun WGS 84.

CUADRO DE CONSTRUCCION BANCO DE MATERIALES						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	3,186,849.5616	409,376.1071
A	C	N 90°00'00" E CENTRO DE CURVA DELTA = 180°0'0.00" RADIO = 69.614	139.228 LONG. CURVA = 218.698	C B	3,186,849.5616 3,186,849.5616	409,515.3348 409,445.7209
C	A	N 90°00'00" W CENTRO DE CURVA DELTA = 180°0'0.00" RADIO = 69.614	139.228 LONG. CURVA = 218.698	A B	3,186,849.5616 3,186,849.5616	409,376.1071 409,445.7209
SUPERFICIE = 15,224.434 m2						

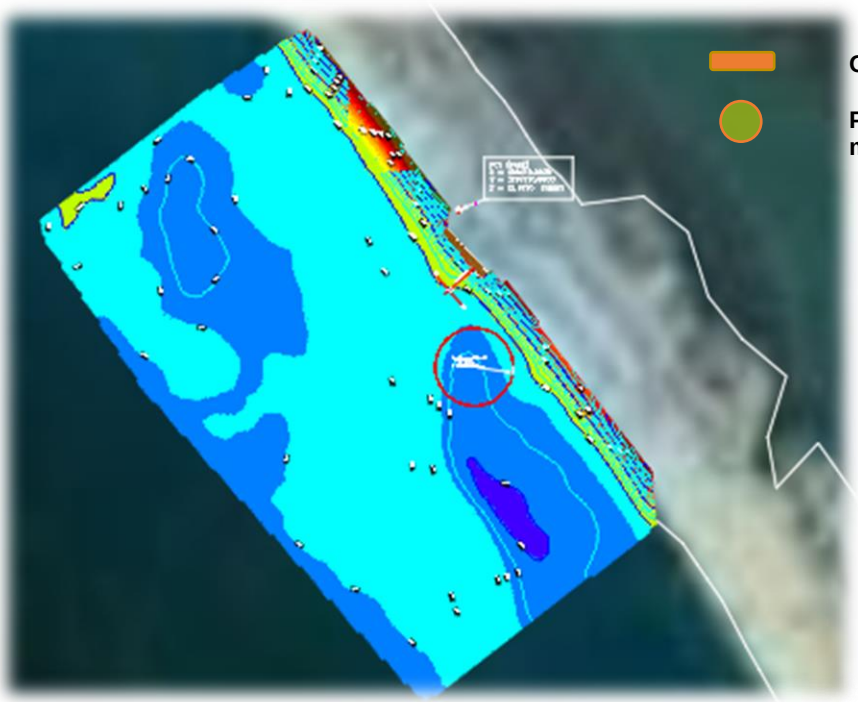


Figura IV. 58. Propuesta de Banco de Materiales

IV.2.3.9. Procedimiento Constructivo.

El material a utilizarse proviene de “Bahía de Kino”, localizado en el fondo marino a una profundidad de exploración no mayor a 3.00 metros. En esta zona se encuentra gran cantidad de bancos de arena con suficiente material para suplir la demanda que conlleva el llenado de los geotubos.

El terreno debe estar libre de cualquier tipo de obstáculo que pueda producir punzonamiento en cualquiera de las estructuras, ya sea esta el manto antisocavación de los mismos geotubos. Es importante tener en cuenta que estos trabajos deben realizarse en mareas de sicigia durante las bajamares para tener suficiente rendimiento de trabajo. A pesar de esto, se debe instalar contrafuertes para proteger las estructuras antes y durante el llenado. Con la ayuda de excavadoras de oruga (montada sobre flexos) se procede a excavar el área donde van a ser alojados los geotubos. El ancho de la excavación debe ser del ancho del manto antisocavación para que este pueda ir enterrado y anclado al suelo. A medida que se profundiza en la playa, la necesidad de excavar va disminuyendo debido a la altura a la que tienen que llegar las geoestructuras.

El material a utilizar para el llenado de los Geotubos será dragado (succionado) de la zona especificada anteriormente e indicada en planos de proyecto, pudiendo utilizar un equipo de dragado estacionario, sin embargo, por los volúmenes que requiere la obra, se recomienda utilizar una bomba de succión de solidos de 4” a 6” con capacidad de 50-150 Cu/Yd/Hrs, (Figura IV.59).

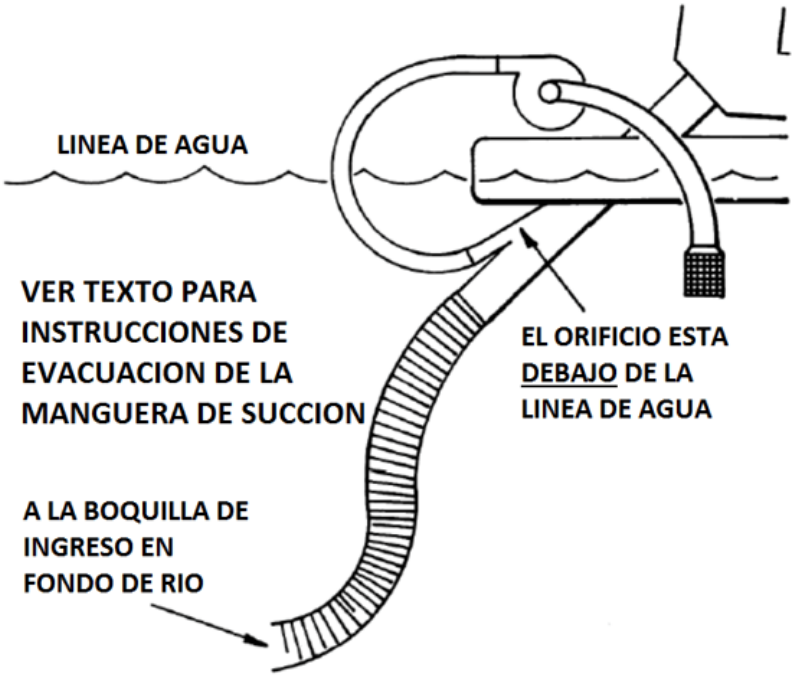


Figura IV. 59. Diagrama de Bomba “Power-jet”.

Con el manto colocado en sitio y debidamente anclado, se procede a la ubicación de los geotubos. Los geotubos deben ser desenrollados a lo largo de todo el manto y ubicados en la posición para ser llenados, con los puertos de entrada y salida hacia arriba. Es importante

que los geotubos estén alineados correctamente, en este proceso, los contrafuertes sirven como guía para mantener este lineamiento.

Para anclar los geotubos al manto se debe utilizar eslingas o argollas de amarre, hechas de poliéster, que van cosidas al geotubo. A estas argollas se las amarra con cordeles y se los ancla al suelo con estacas metálicas de ½'' de diámetro. Por medio de mangueras flexibles introducidas por lo menos 0,50 m dentro del puerto de entrada se procede al llenado del geotubo con agua para que este pueda alcanzar por lo menos el 80% de la altura establecida.

Estas mangueras no deben exceder las 10'' de diámetro ya que este es la medida de los puertos de entrada, pero se recomienda mangueras de 6'' de diámetro para evitar exceso de presión que puedan causar roturas en las fibras del geotubo. Una vez alcanzada esta altura se empieza el relleno con arena que debe estar en una proporción de 90% de arena y 10% de agua según las especificaciones del fabricante.

La arena que ingresa a los geotubos rellenos de agua expulsa el exceso de agua por medio de los puertos de salida y los poros del geotubo. Es importante revisar que la presión de entrada no exceda los 5.00 Psi para evitar roturas en el geotextil. Se puede realizar el relleno simultaneo de los geotubos que se encuentren en la misma altura para ahorrar tiempo y aprovechar la bajamar, pero se debe terminar de llenar los geotubos de un nivel para poder avanzar al siguiente. Durante el proceso de llenado es normal observar que el agua se torne turbia, ya que pequeñas cantidades de material que pasan la malla 200 saldrán por los poros del geotubo.
El bombeo debe ser monitoreado constantemente para asegurar que el material fluya por todo el geotubo. Una vez que el geotubo se encuentre lleno en su totalidad, 2/3 de los puertos de entrada y salida deben ser cortados y sellados utilizando anillos de acero resistente a la corrosión.

Al finalizar el llenado debe realizarse un monitoreo final del material del geotextil, esto con la finalidad de ubicar las áreas que resulten dañadas durante el proceso de llenado y realizar las reparaciones necesarias. Para reparar cualquier rasgadura, una vez ubicado el daño, se debe cortar un parche del mismo geotextil que se extienda mínimo 0,30 m en todas las direcciones desde el agujero. Se limpia el área donde se va a colocar y se procede a pegar el parche con un adhesivo epóxido para geosintéticos.

Figura IV. 60. Síntesis del proceso constructivo para el relleno de los geotubos.

IV.2.3.9. Planos del Proyecto Ejecutivo.

En este apartado solo se esquematizan los planos del Proyecto y en el Anexo 4, se presentan de manera mas detallada, así como en el archivo de Planos del proyecto ejecutivo.en formato Autocad.dwg .

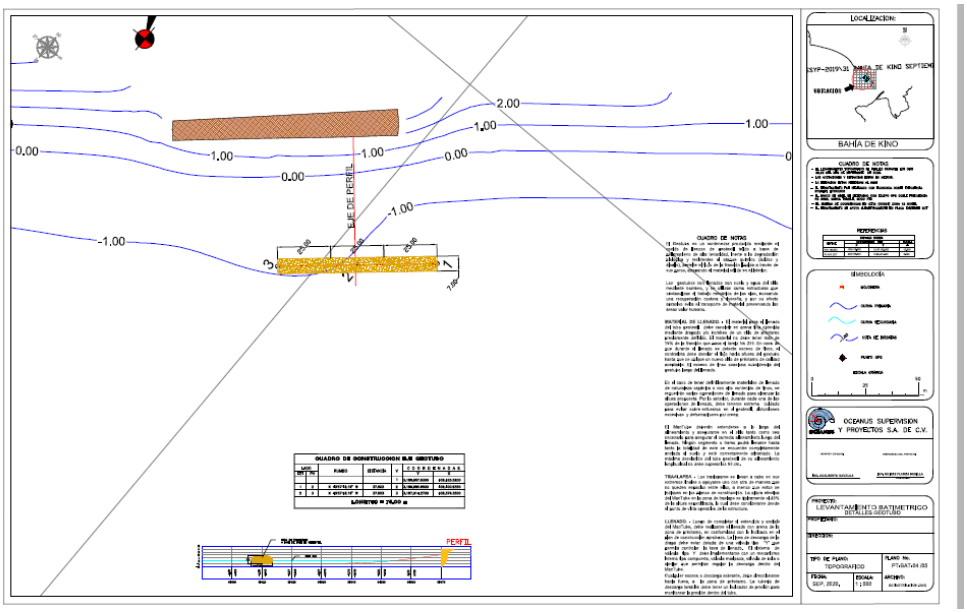


Figura IV. 61. Detalles del Proyecto Ejecutivo.

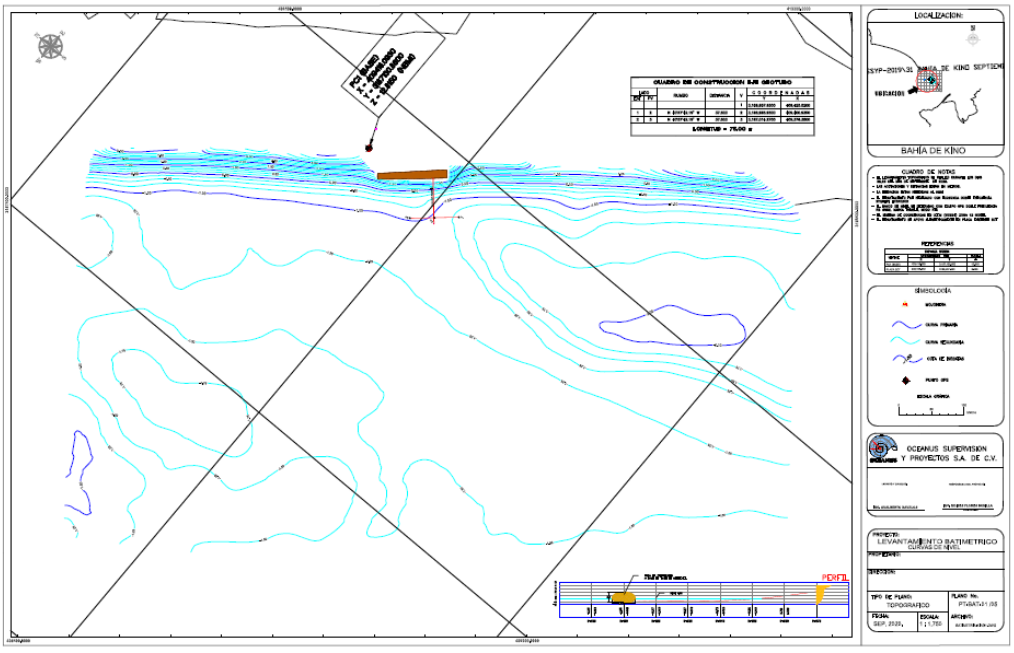


Figura IV. 62. Plano batimétrico de la zona del proyecto.

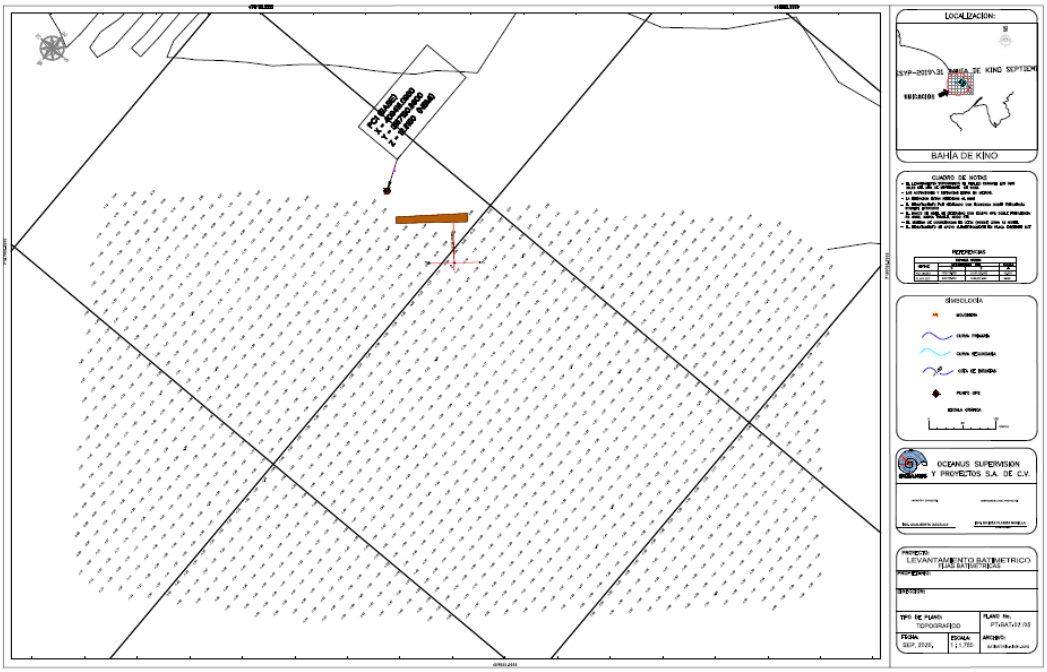


Figura IV. 63. Datos del levantamiento batimétrico

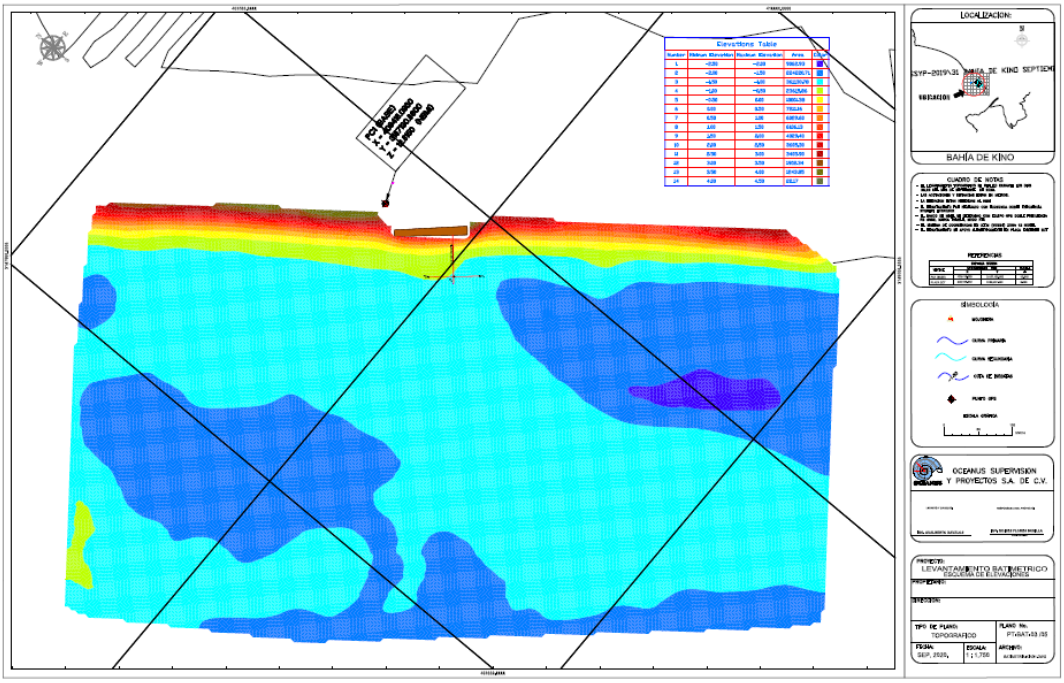


Figura IV. 64. Batimetría en colores (elevaciones)

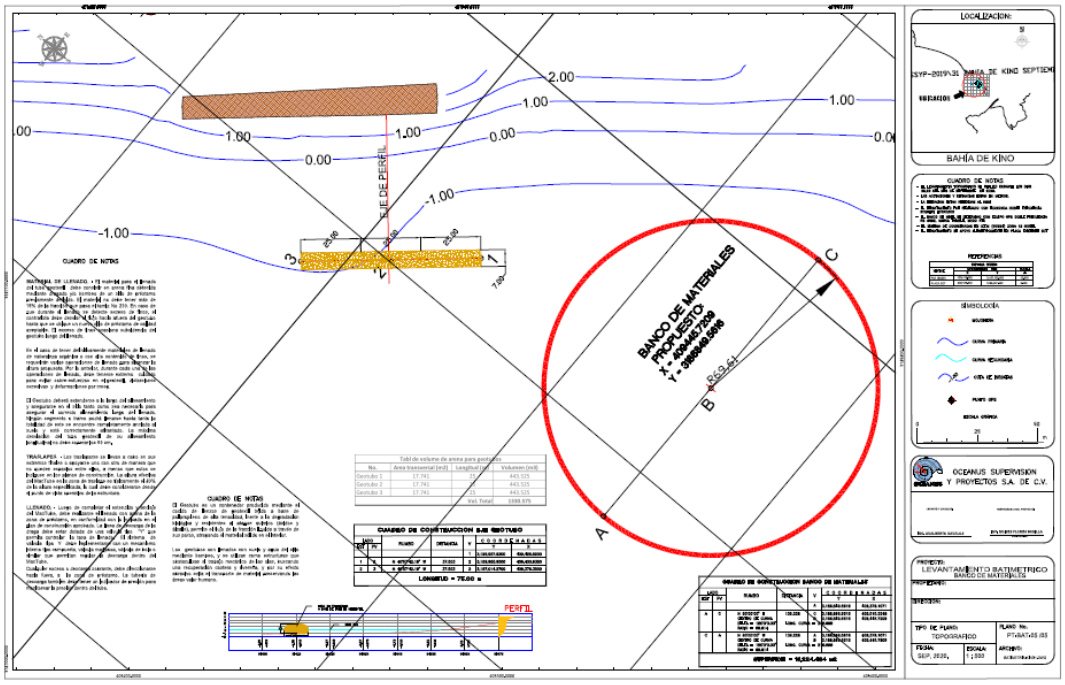


Figura IV. 65. Plano de la localización del Banco de Materiales.

IV.3.9.10 Conclusiones y Recomendaciones.

El impacto ambiental de esta propuesta es mucho menor si se lo compara con las opciones tradicionales de construcción de espigones donde se involucra el uso de piedra escollera. Al evitar la explotación de material, acarreo de material constante y trabajos que involucran maquinaria pesada se reduce significativamente la huella ambiental, de igual forma el impacto económico es significativamente menor, tomando en cuenta las condiciones del sitio.

Para la ejecución de las obras en Espejo de agua, la autoridad competente en este ámbito es la Secretaria de comunicaciones y Transportes en particular la Dirección General de Puertos y Marinas Mercantes; Es necesario llevar acabo un trámite para la ejecución de obras marítimas sobre el espejo de agua, adicionalmente para realizar actividades de vertimiento se recomienda hacer las gestiones ante La Secretaria de Marina SEMAR, Autoridad facultada para los vertimientos en cuerpos de agua.

Derivado de las obras existentes sobre la playa, se recomienda regularizar (en su caso) los terrenos ganados al Mar, dichos trámites se pueden realizar ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En lo que respecta a protección y seguridad, es recomendable utilizar señalamiento marítimo que indique la presencia de una estructura de protección costera, para evitar conflictos con la navegación de las embarcaciones menores presentes en el lugar.

Adicionalmente, se recomienda una vez ejecutada la propuesta protección (rompeolas), se realicen campañas periódicas (trimestrales) de monitoreo de perfiles playeros, a fin de poder evaluar la evolución espacial y temporal de los mismos y poder proponer medidas correctivas en caso de que se afecte la playa de los predios contiguos.

Es conveniente mencionar que el fenómeno de refracción y difracción de oleaje ha causado efectos sobre la zona de la línea de playa y la tablestaca. Actualmente se han desarrollado técnicas de ingeniería ("bolsa-creto") que eventualmente han minimizado los efectos, sin embargo para evitar una degradación constante y posteriormente una debilitación del elemento tablestaca, se recomienda prolongar la línea de contención de tablestaca por lo menos 20 metros arriba de la Pleamar Máxima, formando un morro de empotramiento hacia adentro de la costa, esto impedirá la perdida de finos y materiales confinados actualmente.

De igual forma, se ha observado un mal alineamiento de la sección de la tablestaca, generalmente esto se debe por los empujes transmitidos del material relleno, se recomienda realizar acciones de alineamiento, revisión y/o cambio de elementos de anclaje.

IV.2.4. Mecánica de Suelos

Se presentan los resultados del estudio de Geotecnia considerando las exploraciones efectuadas en la playa frente de condominios Jacquelynn y en la zona marina donde se localizara la obra de protección contra la erosión costera a base de geotubos, cuyas dimensiones de acuerdo a proyecto es de 7.0 de ancho, 3.0 m de alto y una longitud de 75 m. Para el proceso de llenado se los geotubos se requiere disponer de material del fondo marino, por ello el objetivo de este estudio fue determinar la calidad de los materiales que para el relleno, la capacidad de carga del lecho marino donde se ubicara el geotubo y la disponibilidad de los materiales que se encuentran en el sitio

Dentro de las actividades desarrolladas se incluye la obtención de información sobre las condiciones geológicas, sísmicas y mecánicas del lugar, llevando a cabo un programa de exploración y muestreo en campo dirigido a ubicar la litología, las condiciones de los depósitos de suelo existente y a la descripción superficial del sitio. Utilizándose la prueba de penetración estándar con equipo manual, para lograr accesar al sitio del proyecto, determinándose el muestreo y los ensayes penetración tras penetración, con recuperación de muestra en el tubo partido.

Este reporte tiene el objetivo exclusivo de proporcionar información y recomendaciones sobre ingeniería geotécnica y de pruebas, el campo de acción de estos servicios para este proyecto no incluye, específicamente o por inferencia, ninguna valoración ambiental del lugar o identificación de materiales o condiciones contaminantes.

IV.2.4.1. Pruebas de Campo, Reconocimiento del Sitio, Exploración y Muestreo.

a) Exploración Superficial de Detalle

Se contempla que el proyecto se ubique mar adentro, aproximadamente en la cota -1.0; la topografía de la playa está delimitada al norte por la duna costera característica de la geomorfología del sitio, y hacia adentro del mar, el nivel se va manteniendo relativamente bajo y con pendiente relativamente constante que se ve interrumpida por "bordos" de arena paralelos a la playa, donde los niveles del agua pueden llegar a ser de pocas decenas de centímetros en mareas muy bajas.

b) Exploración Profunda.

Se ejecutaron 2 Perforaciones mediante tubo partido de Penetración estándar, una con equipo manual de Penetración estándar en el área de playa, y otra más dentro del mar mediante equipo a escala del penetrometro estándar, los avances en el sondeo de la playa se hicieron mediante penetración tras penetración hasta llegar a la profundidad de 3.00 m. El sondeo 2 se profundizo hasta los 2.00 m con avances mediante posteadora manual.

El muestreo de los Sondeos se efectuó basándose en el ensaye de penetración estándar de acuerdo a la norma ASTM D1586, la cual consiste en hincar a base de golpes una cuchara muestreadora de 60 cm de largo y 5.08 cm de diámetro interior, mediante la energía proporcionada por una masa de 64 kg de masa que se deja caer libremente desde una altura de 75 cm.

Tabla IV. 18. Cuadro de coordenadas para la localización de los sondeos de mecánica de suelos.

Sondeo	X	Y
SPT1	409,424	3,187,047
SPT2	409,389	3,187,003

El número de golpes determinados para cada estrato, la compacidad relativa y la densidad específica de los materiales permiten determinar las Capacidades de Carga de la cimentación, si se desea, estas condiciones mecánicas se pueden ver incrementadas notablemente si se construyen capas compactas bajo cimentación.
Para clasificar los suelos se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos ASTM D2487.

c). Perfil Estratigráfico

El primer sondeo se ubicó en la playa, justo enfrente de los condominios, mientras que para el segundo sondeo se hizo a aproximadamente a 40 m de la costa para lo cual fue necesario adentrarse en el mar con lancha y una plataforma estable.

En toda la zona se ubicaron materiales preponderantemente gruesos (arenas) con diferentes contenidos de finos no plásticos (Limos).

En el SPT1 se ubicó de 0.00 a 2.00 m una arena mal graduada con limos y conchilla marina (SP-SM) color café de compacidad relativa suelta, mientras que de 2.00 m a 2.40 m se ubica un limo de baja plasticidad con arenas (ML) color gris con algo de olor de compacidad relativa muy suelta. El NAF se ubicó a 20 cm de la superficie, aunque con la variación de las mareas, el área se inunda.

En el SPT2 se ubicó a aproximadamente 40 m dentro del mar, determinándose de 0.00 a 1.20 m una arena mal graduada fina con limo (SP-SM) color café claro de compacidad relativa suelta y de 1.20 a 1.95 m hay una arena limosa con conchilla (trazas de gravas) (SP-SM) color café de compacidad relativa suelta. El tirante de agua de mar se ubicaba en 1.40 m.

d). Análisis de Capacidad de Carga del Suelo

Se muestran las capacidades de carga para zapatas corridas desplantadas en los diferentes estratos, para este análisis se tomaron en cuenta las propiedades mecánicas obtenidas a partir de las pruebas de penetración estándar del SPT1 por ser más representativo de la zona, ver tabla IV.19..

Tabla IV. 19. Capacidad de carga calculada acorde a los resultados del sondeo SPT1
.

Capacidad de Carga		Df
Neta	Bruta	
(t/m^2)	(t/m^2)	(m)
4,5	4,9	0,30
8,8	10,2	0,90
12,7	15,0	1,50
10,9	14,1	2,10
12,1	16,2	2,70

Sera necesario tomar estos parámetros para el desplante del geotubo.

A las capacidades de carga mencionadas y para el tipo de estructura que se construirá, los asentamientos en condiciones serán despreciables y la mayoría ocurrirá durante la construcción, la licuación es un fenómeno potencial en área la deformación asociada se estima del orden de 5 a 10 cm por lo que se considera tolerable para la estructura flexible que se proyecta. En el Anexo 7, se presentan los resultados de detalle de mecánica de suelos.

IV.2.5 Aspectos Bióticos

IV.2.5.1. Tipos de Vegetación y Flora.

Hablando de la cuenca del Rio Bacoachi, donde se localiza nuestra zona de estudio, perteneciente a la provincia biogeográfica Sonorense, considerada una de las más extensas del país y conocida como Desierto de Sonora (Shreve, 1951). Esta provincia se distingue por el grado de impacto humano sobre las comunidades vegetales. Si bien aún conserva algunos parches remanentes del clima seco subtropical y del ambiente desértico, estás han sufrido una presión histórica de cambio de uso del suelo por actividades

agropecuarias, o por extracción de especies para su uso en la fabricación de carbón y otros usos humanos.

Los remanentes de vegetación nativa más notorios en el área de estudio son, en orden de importancia: a) Matorral Halófilo, b) Matorral desértico micrófilo, c) Mezquital y Huizachal, d) Matorral Sarco-Crasicaule, e) Vegetación de Dunas Costeras.

Sin embargo, es necesario aclarar que la realización de las obras de este proyecto, son dentro del medio marino y no se tendrá ningún tipo de afectación de la vegetación en la porción terrestre aledaña, ya que la estructura será construida dentro del mar.

a). Vegetación halófila.

Estas agrupaciones de plantas se presentan en las zonas con concentraciones muy altas de sal en el suelo. Las comunidades en general son densas y de escasa estatura (hasta 80 cm de alto), dominando los pastos rizomatosos de tallos rígidos. Estos pueden crecer como colonias circulares concéntricas de clones, resultantes de la reproducción vegetativa.

Entre los pastos típicos de este tipo de vegetación se encuentran Sporobolus wrightii, Hilaria mutica, *Distichlis spicata, Eragrostis obtusifolia, Paspalum distichum, Buchloe dactyloides, Bouteloua simplex, B chasei y Muhlenbergia purpusii*.

b). Matorral Sarco crasicaule.

Es una comunidad vegetal donde predomina el árbol palo verde *(Cercidium floridum)*, junto con palo fierro y otros árboles y arbustos de corta estatura, como *Ambrosia spp, Bursera microphylla, Jatropha cinerea, Jatropha cuneata, Larrea tridentata, Prosopis spp, Fouqueria splendens, Opuntia bigelovii* (cholla brincadora). Presenta un estrato herbáceo bien desarrollado, a menudo denso, formado por varias especies de pasto y toda una gama de asteráceas y otros taxa. Las plantas más altas, representadas generalmente por cactos columnares forman un estrato de formaciones vegetales de hasta 10 metros de altura.

c). Matorral Crasicaule.

Este ecosistema distingue tres variantes principales. En primer lugar están las comunidades en las que dominan los cactus columnares y c
andelabriformes. Sus especies dominantes distinguen *Cerdium sp, opuntia spp, Prosopis spp, Acacia spp, Celtis pallida, Encelia farinosa, Ferocactus spp, Larrea tridentata y Olneya tesota.*

La segunda variante del ecosistema matorral crasicaule está dominado por plantas suculentas, y comprende especies en las que dominan las choyas del género *Opuntia spp*. Esta variante se observa en zonas con cierto nivel de disturbio, donde se han extraido las especies leñosas para producción de carbón. Las choyas colonizan rápidamente estas superficies gracias a habilidad para dispersarse por gemación.

La tercera variante se integra por plantas suculentas espinosas, cuya forma de crecimiento es de tipo roseta. Rzedowski (1978) las ha clasificado como matorral rosetófilo y Miranda y Hernández X. (1963) lo denominan matorral crasi-rosulifolio espinoso. Estas comunidades

predominan en las laderas del cerro Punta Hueso de Ballena, donde se desarrollan en suelo ricos en carbonato de calcio.

Las comunidades dominadas por especies de *Agave, Hechtia* y *Dasylirion*, son perennifolias a pesar de que muchas de las plantas herbáceas que crecen en la temporada de lluvias mueren durante los meses de sequía. Las plantas dominantes con forma de roseta se reproducen vegetativamente y forman colonias de 5,6 o más individuos. Por encima del estrato de plantas dominantes pueden existir otros estratos en los que dominan ciertos arbustos altos.

d). Matorral Desértico Micrófilo.

El matorral desértico micrófilo está integrado por vegetación arbustiva de corta estatura (0.5 a 1.5 m de altura) y hojas pequeñas. Es característico de las regiones más áridas de México y comprende cuatro tipos de vegetación según Miranda y Hernández X (1963): el matorral inerme o subinerme parvifolio, matorral inerme o subinerme parvifolio, matorral espinoso con espinas terminales y con selva baja caducifolia.

En buena parte del área que ocupa el matorral micrófilo, particularmente en los suelos moderadamente profundos y bien intemperizados de las llanuras y las laderas moderadas, así como en las partes bajas de los abanicos aluviales, la vegetación está denominada por la gobernadora (*Larrea tridentata),* que suele formar rodales puros. En general, esta comunidad es pobre en especies, sobre todo a lo que se refiere a especies leñosas, pero en algunas áreas comparten dominancia con *Larrea tridentata*, la hierba burro *Ambrosia dumosa* y la hoja sen *Flourensia cernua, Acacia spp, Ambrosia deltoidea, celtis spp, Cercidium spp, Leucophyllum spp, Ephedra spp, Mortonia sp* y *Prosopis spp* (Shreve, 1951; Rzedowski, 1978; Miranda y Hernández X., 1963; Muller, 1939).

Durante la época de sequía no existen plantas herbáceas en el matorral xerófilo, las cuales germinan durante la época de lluvias, incluyendo pastos como *Bouteloua spp* y *Sporobolus wrightii*, y asteráceas; el estrato herbáceo raramente es denso, solo a veces persiste bajo arbustos.

e). Mezquital:

Bajo condiciones naturales, los árboles de esta comunidad tienen una altura que va de los 4 a 15 m, pero en las condiciones de perturbación del sitio muestran un desarrollo mucho menor. Generalmente forman una cubierta vegetal densa y cerrada, aunque la ramificación suele ser baja y a menudo basal, las ramas se apartan poco del tronco principal hasta que alcanzan una altura de 2 m o más, formando copas de forma elíptica a redonda. El mezquite (Prosopis spp) domina estas comunidades, produciendo que los árboles se encuentren espaciados y formen copas más amplias, normalmente iguales o de mayor diámetro que la altura del árbol. En general, sólo es discernible un estrato arbóreo dominado por una o dos especies. En pocas ocasiones se observan eminencias arbóreas que asoman fuera del dosel, pero el estrato arbustivo suele estar muy bien desarrollado debajo de éste. En el predominan las especies espinosas. Dependiendo de la profundidad de la sombra proyectada por el dosel, puede haber o no estrato herbáceo. Gentry (1982), describe esta comunidad para una región al sur de la ventana de Bahía Kino. Afirma que está dominada

por “componentes xeromórficos transicionales entre el desierto y los subtrópicos, con una marcada presencia de plantas suculentas y espinosas”.

f). Manglar.

El manglar constituye una comunidad vegetal situada en el litoral del estero La Cruz. En superficies que se caracterizan por suelos salinos y limosos, y aguas francamente saladas, con inmersión de nivel intermitente. A nivel local, la comunidad se distingue por una flora altamente especializada, aunque relativamente pobre y uniforme, de la que sólo algunas familias están representadas. Desde un punto de vista biológico y morfológico, sus especies son leñosas, anfibias perennifolias.

El manglar se presenta en franjas ribereñas ubicadas al sur de la Boca y al norte y extremo sur del estero. En la primera localidad se observan ejemplares de *Rhizophora mangle,* mientras que en las zonas restantes dominan los ejemplares de *Avicennia*. Estos especimenes van acompañados de una vegetación halófila arbustiva o herbácea.

La composición florística se encuentra representada principalmente por ejemplares de la familia Rizoforaceae, que comprende un solo género: *Rhizophora;* así como por ejemplares de la familia Combretáceae, con especimenes de la familia Verbenaceae como *Avicennia.*Otras especies halófilas penetran tras esta franja. Se incluyen *Sesuvium portulacaastrum, Batis maritima, Borrichia frutescens, Lycium carolinianum, Sporobolus virginicus, Philoxerus vernicularis, Frimbristylis sp.*

g). Vegetación de Dunas Costeras.

La proximidad del mar crea condiciones mesológicas muy particulares, que exigen de las plantas colonizadoras de las dunas una muy alta especialización y una considerable adaptación biológica. Las especies colonizadoras se han adaptado a suelos arenosos, secos, pobres en elementos minerales y en materia orgánica; a vientos constantes, a nieblas saladas y a la luminosidad intensa. Estas condiciones ecológicas tan selectivas implican que la flora de las dunas costeras sea relativamente pobre, no solamente en número de especies, sino también en el número de especies pioneras, el cual se ve reducido a cinco, en este caso: *Ipomea pescaprae*, *Ipomea stolonifera, Croton punctus, Uniola paniculata y Coccoloba uvifera.*

Como ya se dijo anteriormente el sitio del proyecto queda dentro del ambiente marino por lo que no se prevee influencia sobre la vegetación terrestre en ninguna de las etapas del proyecto. Dado que todas las actividades que se requieren realiacon como el ingreo de maquinaria menor, vehículos y equipos necesarios, será a través de la playa y por sitios donde ya existen caminos de acceso a la playa. Por lo que no se requieren ningún tipo de obras especiales para tales efectos.

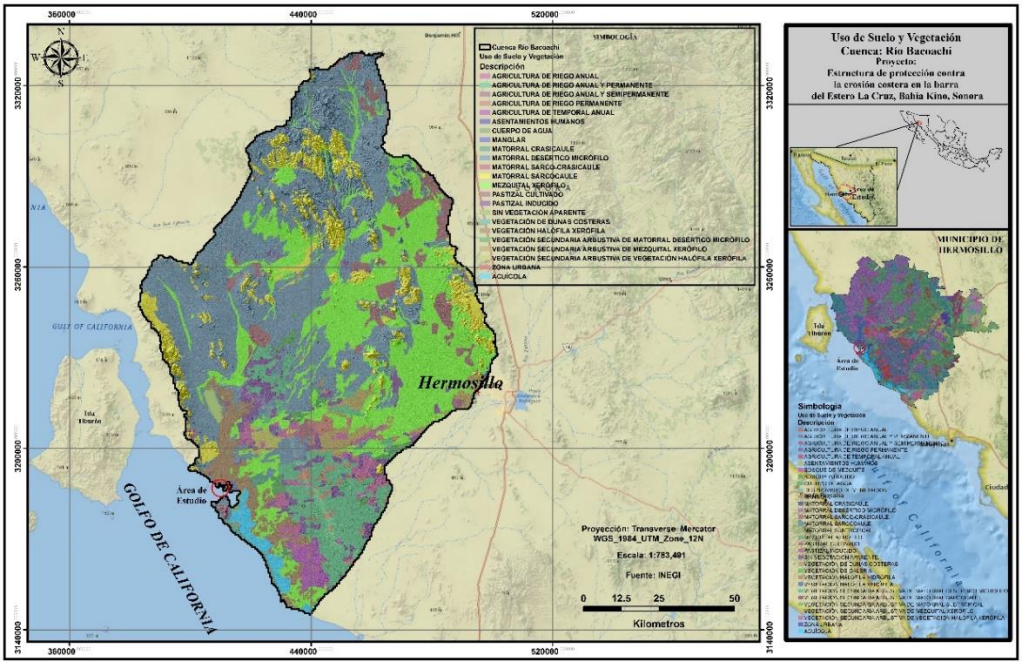


Figura IV. 66. Mapa del uso de suelo y vegetación de la cuenca del Rio Bacoachi, de acuerdo a información temática de INEGI.

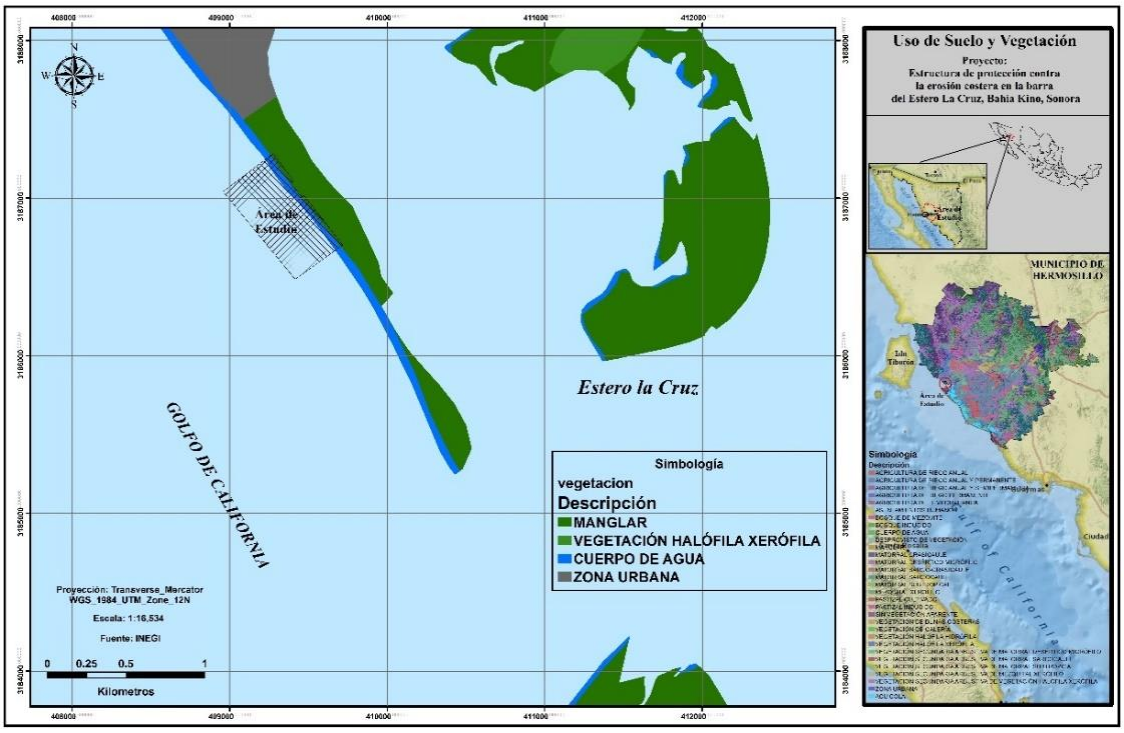


Figura IV. 67. Mapa de uso de suelo y vegetación en el área terrestre aledaña al sitio del proyecto, de acuerdo a INEGI.

h). Vegetación Marina.

En el sitio del proyecto no se encuentran distribuidos organismos listados en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental - especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo. Ni especies que se encuentren listadas por Cites. Así lo demuestra un estudio que se realizó para el área específica donde se localizara la obra y el banco de materiales en el medio marino, mismos que de detalla en el apartado de fauna.

IV.2.5.2. Fauna.

Dado el estado de alteración de la vegetación circundante al estero, no es posible suponer la presencia de poblaciones importantes de fauna nativa. E**l** área de influencia terrestre contigua al sitio del proyecto se localiza en la provincia mastofaunística sonorense, y corresponde al ámbito de distribución de hasta 53 especies de mamíferos (Destacan el venado bura *Odocoileus hemionus*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus,* el coyote *Canis latrans,* el lince *Lynx rufus,* el puma *Puma concolor,* y algunas especies de roedores como *Peromyscus eremicus* y *Peromyscus merriam*i), pero no se observan grandes mamíferos en la zona.

Por lo que respecta a otros grupos faunísticos, como el de los reptiles, la deforestación también les ha significado un importante deterioro del hábitat. Se ubicarían en este grupo especies reportadas para la zona, como la boa *Boa constrictor,* el monstruo de Gila *Heloderma suspectum* y la tortuga del desierto *Gopherus agassizi.* Puede decirse en este sentido, que recuperar las poblaciones originales de fauna requiere un esfuerzo considerable de restauración de ecosistemas y corredores ecológicos impactados, que rebasa con mucho las medidas de restauración de un estudio de daños como este.

Por lo que respecta a la fauna marina, se tienen reportes históricos de tortuga blanca *Chelonia mydas*, la tortuga caguama *Caretta caretta*, la tortuga laúd *Dermochelys coriacea,* la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea,* todas amenazadas y en peligro de extinción. Sobre aves costeras se tienen reportes de 65 especies, representando a 25 familias distintas, sobresalen las correspondientes a la familia Anatidae (*Branta berniclans, Anas americana*), Ardeidae (*Ardea herodias, Egretta rufescens, Egretta thula.* En cuanto a peces se han reportado 132 especies, que representan a 65 famiilas distintas, algunas de suma importancia comercial y ecológica, como las correspondientes a las familias Lutjanidae (Pargos) y Mugilidae (Lisas) Se encuentran también 20 especies de moluscos, 32 de equinodermos, y seis especies de mamíferos marinos.

Estudio del Medio Marino.

Para la caracterización del medio marino con respecto a la flora y a la fauna, se realizó un estudio del fondo y de la columna de agua el día 06 de mayo del 2021, iniciando a las 10:30 am y terminando a las 14:45 p.m. Para ello, se realizaron inmersiones con equipo y personal especializado, de manera que se pudiera hacer una descripción de la presencia de organismos bentónicos, pelágicos y de los sedimentos en el fondo. Figura IV.68.

Figura IV. 68. Personal con equipo y materiales especiales para llevar a cabo las inmersiones en el estudio del medio marino.

El estudio consistió en hacer transectos, algunos perpendiculares y otros paralelos a la línea de costa, en la zona donde se localizara la obra y en el sitio que fue seleccionado como potencial banco de materiales, Figura 69, Figura 70 y Figura 71.

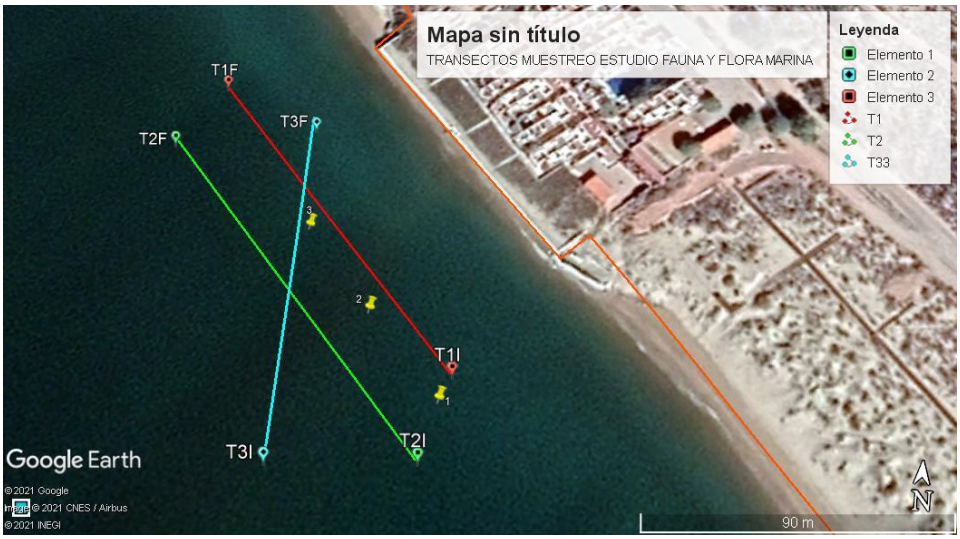


Figura IV. 69. Localización de los transectos en el área de la obra. Los puntos con números amarillos, nos indican el eje de trazo de la obra.

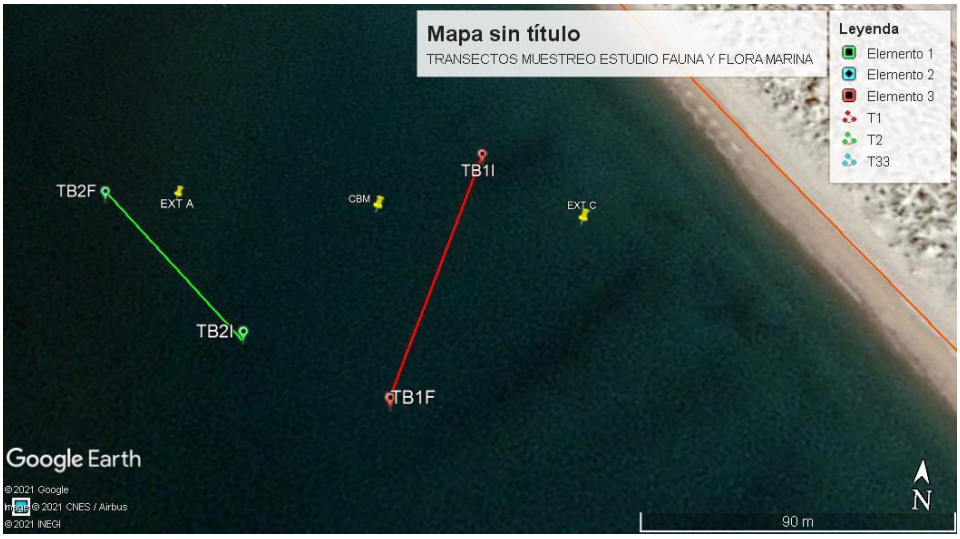


Figura IV. 70. Localización de los transectos en la zona seleccionada como banco de materiales. Los números amarillos reflejan un trazo en la parte central del sitio seleccionado

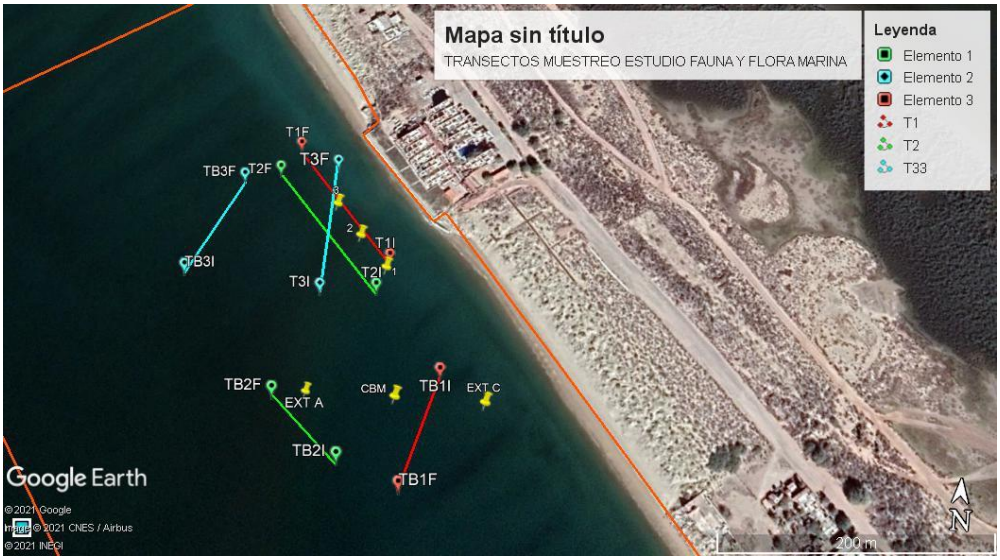


Figura IV. 71. Localización de todos los transectos realizados para la caracterización del medio marino.

Los transectos se realizaron de manera aleatoria cubriendo una distancia aproximada de 100 metros de largo y 2 metros de ancho (considerando un metro a cada lado del eje del transecto), describiendo todos aquellos organismos vivos o no, que se fueron encontrando durante los desplazamientos.

En la Tabla IV.20, se presentan los resultados de los tres transectos para la zona donde será construida la obra, destacando la presencia de Manta Rayas *(Urobatis concentricus*) de 30 cm de tamaño aproximado, los cuales son organismos que se mueven rápidamente cuando sienten la cercanía de los buzos. No se detectó la presencia de invertebrados en

ninguno de los transectos y las características superficiales del sedimento del fondo lo constituyen arenas finas. No se identificaron en el área especies vegetales de ninguna especie, posible por la inestabilidad de los sedimentos del fondo.

En la figura IV.72, se muestran algunas de las fotografías registradas durante la realización de los trabajos. No se tienen tomas muy claras debido a la poca visibilidad derivado de la alta cantidad de sedimentos en suspensión en la columna de agua.

Tabla IV. 20. Resultados del levantamiento realizado en la zona donde se localizará la obra.

	TRANSECTOS AREA DE LA OBRA			(100 mts de largo y 2 de acho)
	fecha:	06/05/2021	Entrada	10:30 a.m.
			salida	14:45 p.m
		COORDENADAS		ORGANISMOS IDENTIFICADOS
		X	Y	
TRANSECTO 1	INICIO	409429.9	3186965.9	11 Mantitas (*Urobatis concentricus*)
1.8 mts prof.	FIN	409338.5	3187068.2	No se encontraron invertebrados
				Fondo de arena fina.
TRANSECTO 2	INICIO	409421.5	3186938.3	13 Mantitas (*Urobatis concentricus*)
1.8 mts prof.	FIN	409324.7	3187043.7	No se encontraron invertebrados
				Fondo de arena fina.
TRANSECTO 3	INICIO	409375.4	3186935.6	15 Mantitas (*Urobatis concentricus*)
1.4 mts prof.				(Tamaño 30 cm. aprox)
	FIN	409373.6	3187052.5	No se encontraron invertebrados
				Fondo de arena fina.

En la tabla IV.21, se resumen los datos registrados de los transectos realizados en la zona seleccionada para el banco de materiales, con resultados muy similares, con la única diferencia que se encontraron solamente conchas de organismos y ningún organismo vivo. Y a diferencia del sitio anterior la cantidad de conchas en el sedimento le dan características de arenas mas gruesas, lo cual es muy benéfico en los requerimientos de los materiales necesarios para el llenado de los geotubos que conformaran la estructura.

En las figura IV.73, se muestran algunas de las fotos que fueron tomadas durante el muestreo, haciendo la aclaración que las condiciones de visibilidad no es muy buena por la ata concentración de material en suspensión.

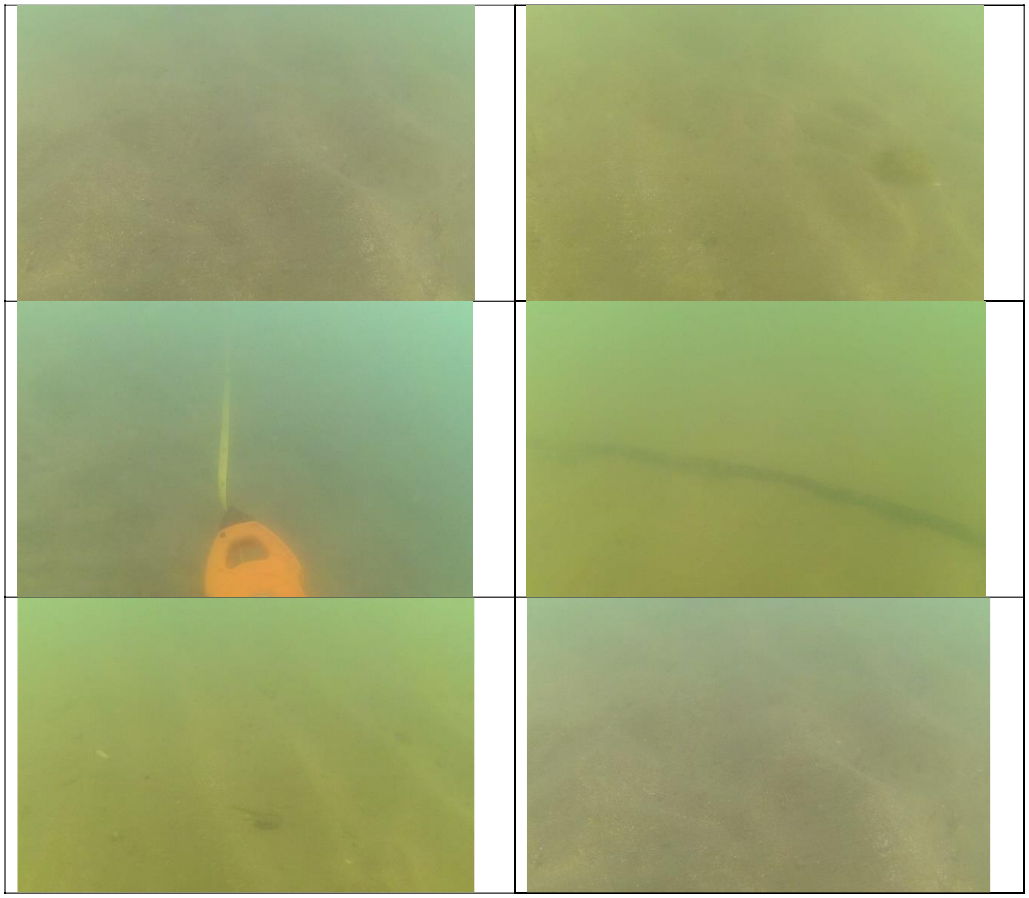


Figura IV. 72. Fotografías tomadas durante la realización de los transectos del estudio del medio marino en sitio de la obra.

Tabla IV. 21. Resultados del levantamiento realizado en la zona donde se localiza el sitio seleccionado para el banco de materiales.

	TRANSECTOS BANCO DE MATERIALES			(100 mts de largo y 2 de acho)
	fecha:	06/05/2021	Entrada	10:30 a.m
			salida	14:45 p.m
		COORDENADAS		ORGANISMOS IDENTIFICADOS
		X	Y	
TRANSECTO 1	INICIO	409480.6	3186870.1	2 Mantitas (*Urobatis concentricus*), 1 Botete
2.4 mts prof.	FIN	409458.2	3186781	No se encontraron invertebrados vivos
				Fondo con conchales y arena gruesa.
TRANSECTO 2	INICIO	409409.6	3186799.9	6 Mantitas (*Urobatis concentricus*)
2.6 mts prof.	FIN	409352.7	3186846.8	No se encontraron invertebrados vivos
				Fondo con conchales y arena gruesa.
TRANSECTO 3	INICIO	409261.6	31869945.7	18 Mantitas (*Urobatis concentricus*).
2.5 mts prof.	FIN	409294.8	3187034.7	No se encontraron invertebrados vivos
				Fondo de arena fina

Figura IV. 73. Fotografías tomadas durante la realización de los transectos del estudio del medio marino en la zona de la obra.

Como se puede ver los impactos que pudiera causar la remoción de materiales del fondo en en sitio de la obra y en la zona del banco de materiales no serian muy significativos derivado de los resultados que se muestran. Sin embargo, antes de la realización de la obra se propone la realización de otro estudio, debido al conocimientos que se tiene de las condiciones del medio marino en diferentes épocas del año. De tal manera que si se detectan organismos previos al inicio de la obra, seran removidos y relocalizados en sitios fuera del área de influencia de la obra.

IV.3 Paisaje.

El paisaje se analiza en función de tres variables: a) visibilidad; b) calidad paisajística; y, c) fragilidad.

a) Visibilidad: el área inmediata donde se establece el proyecto de la Obra de Protección contra la erosión costera en como ya se ha mencionado, queda dentro del medio marino si nos ponemos sobre el sitio y miramos hacia la playa se tiene un tramo de línea de costa muy afectada por la erosión costera que hace muy visible el impacto que esta ocasionando la perdida de sedimentos ocasionada por la acción del oleaje que a su vez genera el transporte litoral de los sedimentos.

b) Calidad Paisajística: el paisaje de la zona donde se establece el proyecto es una zona de mar abierto que es usado con fines de navegación, esparcimiento y recreación, así como eventualmente se convierte en área de pesca por pescadores rivereños. La ejecución de la obra de acuerdo a su diseño se pretende que no tenga repercusiones importantes en el paisaje por lo que sera considerado hasta el color de los geotubos sean del color de la misma arena que se observa en los bajos de arena que quedan descubiertos en las mareas bajas.

c) Fragilidad: dado que no se trata de una zona de alto valor paisajístico debido a la ausencia de singularidades o elementos sobresalientes de carácter natural, no se considera al área como paisajísticamente frágil, al no contar con elementos únicos o excepcionales.

Desde el punto de vista operativo del proyecto no modificará la dinámica de las poblaciones vegetales y/o animales terrestres, ya que es un sitio netamente marino. que no afectará substancialmente a ningún recurso por ser áreas donde la vegetación es escasa, sobre todo en la duna donde se asentará el proyecto. La fauna detectada solo fue en la columna de agua y fue escasa.

No se preveen repercusiones importantes en lo relacionado a fauna silvestre, el impacto generado por la obra no será de consideración por tratarse de una área de afectación relativamente reducidas, que no afectaran poblaciones de especies relevantes desde el punto de vista ecológico y económico, aunque si podrá ser ahuyentada para reubicarse en forma natural en áreas aledañas sin afectar su distribución.

La operación del proyecto si va a crear una barreras físicas por las características de la obra pero no se considera que será limitante el desplazamiento de la fauna. En el sitio, la diversidad y abundancia de la fauna es reducida, aunque se tienen presencia de aves de manera frecuente seria solo de paso y además el espacio del proyecto no ocupa grandes áreas, por lo que se considera que lo reducido de la superficie en cada uno de los sitios no afectará significativamente a la fauna.

En el proyecto no se contempla la introducción de especies exóticas. En lo referente a fauna silvestre, este proyecto no cuenta entre sus objetivos la introducción de especies.

En el área de influencia si se tiene la presencia del Sitio Ramsar de Humedales de La Laguna La Cruz, que fue catalogado como tal por sus características particulares de atractivos naturales y paisajísticos, sin embargo, la localización del sitio en el medio marino

del otro lado de la barra del estero y la cobertura de área donde se va a desarrollar la obra así como su funcionamiento y operación, no provocaran alteraciones significativas

El área de influencia del proyecto es considerada de acuerdo al programa de ordenamiento ecológico y territorial de la costa de Sonora con política de Aprovechamiento, aunque colinda con la zona de la Laguna la Cruz que es considerada con política de Restauración.

La ubicación del proyecto NO se encuentra cerca de una área arquitectónica o de interés histórico.

La operación del proyecto modificará temporalmente el entorno durante el proceso de construccion no significativamente.

Por lo antes expuesto, se considera que con la ejecución del proyecto, el paisaje le otorgara un valor a la zona, al hacerla atractiva a la actividad turística, y al tratarse de un proyecto de bajo impacto se garantiza que las condiciones del paisaje se mantendrán en la zona.

IV.4 Medio Socioeconómico

a) Demografía.

La mayor parte de las actividades económicas que se realizan en Bahía de Kino, ya sea por extracción, explotación o uso directo, dependen de los recursos naturales marinos y costeros. La actividad pesquera contribuye con el 46.35% del producto generado en la comunidad. Después de la pesca, el comercio y los servicios, ocupan el segundo lugar con un 43.54%. El sector industrias y artesanías, a pesar de contribuir solo con el 9.59%, juega un papel medular ya que esta actividad está ampliamente extendida al interior del pueblo. Finalmente el 0.52%, restante lo aportan otras actividades productivas que incluye ganadería y huertos familiares.

En lo que respecta a población ocupada (PO) cerca del 25% de esta se dedica a la pesca ribereña, alrededor de 30% de la PO, a la elaboración de artesanías de madera de palo fierro (*Olneya tesota*) y el 45% restante se ocupa en el comercio y los servicios en Kino Viejo y Kino Nuevo. Si bien la importancia de la PO en pesca ribereña conforma el núcleo más pequeño, es la actividad que más ingresos genera, ya que gran cantidad del comercio y servicios que existen, dependen en gran medida de la actividad pesquera de la localidad.

La mayoría de su población vive en la localidad de Kino Viejo, donde una de las actividades económicas principales es la pesca; mientras que otra parte de la población se encuentra en la localidad de Kino Nuevo (localizada a 2 km de Kino Viejo), donde la población residente es parcialmente de origen estadounidense y canadiense. Sus once kilómetros de playa hacen de Kino Nuevo un importante destino turísitico, principalmente para la ciudad de Hermosillo, localizada a 107 km de esa bahía.

b) Distribución y Densidad de la Población.

Con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2014, la localidad de Bahía de Kino tiene una población total de 6,050 habitantes, de los cuales 3, 073 son hombres y 2,977 son mujeres, que en porcentaje representa el 51% y 49% de composición demográfica por sexo (Figura IV.68).)

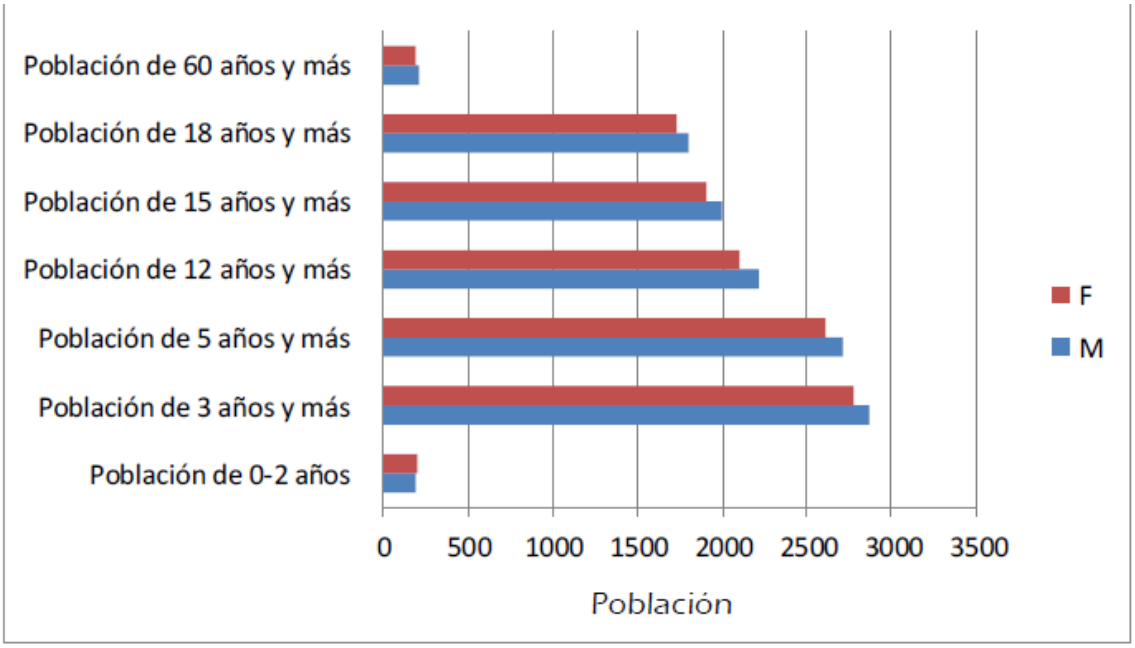


Figura IV. 75. Distribución de la población de la localidad de Bahía Kino, por edad y sexo, (Censo de población y vivienda INEGI, 2010)

d) Educación.

La localidad de Bahía de Kino es una zona que se encuentra en vías de desarrollo y requiere de una infraestructura adecuada para poder cumplir los requerimientos de educación.

Las características educativas del área de estudio de acuerdo con (INEGI, 2010) indican que del total de la población el grado promedio de escolaridad es del 7.33 tanto para hombres como para mujeres. En cuanto al analfabetismo se tiene un 3% con respecto a la población total, es decir cerca de 206 habitantes. Los jóvenes de entre 12 y 24 años de edad que no asiste a la escuela representan el 4% siendo alrededor de 356.

La Tabla IV.20., muestra el total de servicios educativos (DENUE, 2016) que se tienen en Bahía de Kino, que para este caso se tiene un total de 10 planteles de servicio educativo, de los cuales 4 son para educación primaria, uno para educación especial y los restantes corresponden a los diferentes niveles educativos, además de contar solo hasta nivel medio superior.

e) Vivienda.

La vivienda se asocia a las condiciones de vida de los hogares y de la población en general, proporcionando información relacionada con número de viviendas, distribución, condición de ocupación, tipo de vivienda, servicios con que cuentan y los materiales predominantes en pisos, paredes y techos de las viviendas; estos tipo de datos son importantes para el estudio de riesgos geológicos porque en base a esto se puede determinar el costo por perdida y daños ante cualquier evento.

Tabla IV. 22. Infraestructura educativa en Bahía Kino.

Servicios educativos	Total
Escuelas de educación preescolar del sector público	1
Escuelas de educación preescolar del sector privado	1
Escuelas de educación primaria del sector público	4
Escuelas de educación secundaria técnica	1
Escuelas de educación media superior	1
Escuelas de educación para necesidades especiales	1
Otros servicios educativos	1

Fuente: INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE 2016).

Para la comunidad específica donde se localiza el proyecto se tiene la siguiente información socioeconómica:

La mayor parte de las actividades económicas que se realizan en Bahía de Kino, ya sea por extracción, explotación o uso directo, dependen de los recursos naturales marinos y costeros. La actividad pesquera contribuye con el 46.35% del producto generado en la comunidad. Después de la pesca, el comercio y los servicios, ocupa el segundo lugar con un 43.54%. El sector industrias y artesanías, a pesar de contribuir solo con el 9.59%, juega un papel medular ya que esta actividad está ampliamente extendida al interior del pueblo. Finalmente el 0.52%, restante lo aportan otras actividades productivas que incluye ganadería y huertos familiares.

En lo que respecta a la población ocupada (PO) cerca del 25% se dedica a la pesca ribereña, alrededor de 30% a la elaboración de artesanías de madera de palo fierro (Olneya tesota) de la PO y el 45% restante se ocupa en el comercio y los servicios en Kino Viejo y Kino Nuevo. Si bien la importancia de la PO a la pesca ribereña conforma el núcleo más pequeño, es la actividad que más ingresos genera, ya que gran cantidad del comercio y servicios que existen, dependen en gran medida de la actividad pesquera de la localidad.

f) Habitantes Indígenas en Bahía de Kino.

147 personas en Bahía de Kino viven en hogares indígenas. Un idioma indígeno hablan de los habitantes de más de 5 años de edad 73 personas. El número de los que solo hablan un idioma indígena pero no hablan mexicano es 0, los de cuales hablan también mexicano es 70.

g) Estructura Social

Derecho a atención médica por el seguro social, tienen 2793 habitantes de Bahía de Kino.

h) Estructura Económica

En Bahía de Kino hay un total de 1234 hogares.
De estos 1236 viviendas, 313 tienen piso de tierra y unos 155 consisten de una sola habitación. De todas las viviendas, 1158 tienen instalaciones sanitarias, 1128 son conectadas al servicio público, 1171 tienen acceso a la luz eléctrica.
La estructura económica permite a 134 viviendas tener una computadora, a 690 tener una lavadora y 1062 tienen una televisión.

i) Educación Escolar en Bahía de Kino

Aparte de que hay 184 analfabetos de 15 y más años, 65 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela. De la población a partir de los 15 años 353 no tienen ninguna escolaridad, 1481 tienen una escolaridad incompleta. 666 tienen una escolaridad básica y 540 cuentan con una educación post-bósica. Un total de 241 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la mediana escolaridad entre la población es de 7 años.

j) Comercio y Servicios.

Bahía de Kino cuenta con aproximadamente 20 tiendas de abarrotes, 8 tiendas de ropa y calzado, 2 farmacias, 9 expendios de cerveza, cuatro cantinas, un billar, dos gasolineras, 4 tiendas de materiales para construcción, 6 tiendas de artesanías Mexicanas, 2 papelerías, 3 fábricas de hielo y dos videoclub. En la elaboración de productos existen cuatro fábricas de tortillas, una planta de proceso de agua purificada y dos panaderías. En el ramo turístico existen aproximadamente 10 marisquerías pequeñas, tres restaurantes pequeños y 6 restaurantes bien establecidos y de tamaño regular, además de una gran cantidad de expendedores ambulantes de artesanías de diversos puntos del país, un hotel de 48 habitaciones y 4 hoteles pequeños (de 5 a 20 habitaciones), 7 trailer parks con capacidad de 433 espacios. En años recientes se estableció en Bahía de Kino en algunas casas a la orilla del mar un programa (Impacto Positivo) de rehabilitación para adicciones y problemas de conducta, los internos de estos programas son de procedencia Norteamericana al igual que la empresa.

k) Ganadería, Agricultura y Acuacultura.

Existen algunos predios aislados al norte de la localidad destinados a la cría de ganado vacuno y caprino. Los terrenos que conforman la región de Bahía de Kino no son aptos

para la agricultura, ya que presentan fases físicas sódicas y solo se pueden cultivar plantas halófitas. En la zona de Bahía de Kino se encuentra instalada una empresa extranjera, que realiza un proyecto experimental de cultivo de Salicornia, utilizan como sistema de riego las pleamares de las mareas, estas plantas soportan altas concentraciones de salinidad (halófitas). Además, sirven para consumo humano y como Forraje halófito (alimento para animales).

l) Pesca Comercial.

La pesca es la actividad humana más importante en Bahía de Kino y su área de influencia. Por lo tanto los patrones del uso humano del área están determinados en gran medida por la dinámica y características de esta actividad. Esta sección describe la pesca ribereña, pesca deportiva, y la pesca industrial que se realizan en las aguas adyacentes a Bahía de Kino.

La actividad pesquera de Bahía de Kino se lleva a cabo en las aguas costeras desde el faro del Cardonal al sur, hasta las Cuevitas al norte de El Desemboque de los Seris. Esto incluye los alrededores de la Isla Tiburón, la Isla de Patos; también las aguas entre la costa norte de Kino y la Isla Tiburón hasta la boca del Canal del Infiernillo, los alrededores de Isla Alcatraz, la Punta del Hueso de Ballena o San Nicolás, las dunas, los tepetates, las compuertas y el Sahuimaro, mas al sur.

m) Turismo.

La actividad turística que se desarrolla en Bahía de Kino se realiza básicamente en el área norte de la bahía o en Kino Nuevo como se le llama localmente. El área destinada a esta actividad es una extensa playa de arena blanca y con aguas tranquilas durante todo el año, en la cual se pueden realizar actividades acuáticas, caminatas por la playa, paseos en kayak y veleros.

En esta zona se establece la mayor parte de la infraestructura turística del área, las construcciones turísticas se localizan en ambos lados de la calle principal de aproximadamente 11 km de longitud, que recorre la bahía, predominando las construcciones en el lado que colinda con el mar.

La infraestructura turística se compone por casas de campo, hoteles, palapas en la playa, restaurantes, pequeños negocios de abarrotes, expendios de cerveza y paraderos para casas rodantes. El turismo que recibe Bahía de Kino proviene básicamente de Hermosillo y del resto del estado, un buen número de turistas de Chihuahua ya que esta es la costa más cercana que tienen, así como del sur de Estados Unidos.

Dentro del turismo local, principalmente de Hermosillo, se puede clasificar por ser de origen socioeconómico variado, por un lado se encuentran las clases altas, los cuales tienen casas de campo en la playa siempre a su disposición, y por otro lado están las clases medias y populares las cuales no cuentan con los recursos económicos para tener una casa en la playa, por lo tanto sus visitas a la playa implican, ya sea rentar un cuarto de hotel o departamento, realizar el viaje de ida y vuelta el mismo día, o acampar en la playa auxiliados por casas de campaña, una lona o palapas.

Sin embargo, todos coinciden en visitar la playa los fines de semana, sobre todo los días de pago y durante los días feriados. El turismo nacional, de Chihuahua principalmente, visita Bahía de Kino durante las vacaciones de Semana Santa y de verano. Es importante señalar que durante la Semana Santa la actividad turística se incrementa, al recibir Bahía de Kino a decenas de miles de visitantes la gran mayoría de Hermosillo. Kino no está preparado para recibir ese flujo masivo de visitantes y todo se convierte en un caos vehicular, trayectos que normalmente toman quince minutos se realizan en horas durante esta fecha.

Existe una diferencia notable entre el turismo local, nacional y el turismo extranjero que visitan Bahía de Kino, los primeros son los principales consumidores de los servicios turísticos que ofrece la localidad, generando con esto una derrama económica importante en la localidad entre los distintos empresarios que se han establecido y organizado en una Asociación de Prestadores de Servicios al Turismo en Bahía de Kino, lo cual a promovido en la medida de sus posibilidades la generación de empleos a los habitantes de Bahía Kino en su mayoría residentes de Kino Viejo siendo una buena alternativa de trabajo para los lugareños.

El turismo extranjero en cambio no es un consumidor muy efectivo de los servicios turísticos a excepción tal vez de algunos restaurantes, ya que la mayoría de los alimentos y víveres los traen consigo de sus lugares de origen o los adquieren en la ciudad de Hermosillo por lo tanto la relación comercial llega a ser casi nula en los comercios de la localidad. Sin embargo, a su alrededor se han desarrollado fuentes alternas de empleo en la prestación de servicios domésticos, jardinería, y en la construcción y mantenimiento de casas habitación.

n) Análisis.

Con la realización de esta obra de protección, es evidente que por ser obra de infraestructura y de construcción de muy corto tiempo, es muy probable que no se detonara una demanda de servicios básicos extraordinarios, de educación, salud, vivienda por una migración de personal para la construcción del proyecto, al contratarse personal local y si pude lograr durante ese tiempo una derrama importante para la población. Sin embargo, ya se ha comentado en otros apartados de este documento que pudiera existir algún tipo de interferencia muy puntual con la navegación de embarcaciones menores, pero hay que destacar que es el proyecto estará localizado en profundidades muy someras donde normalmente no es común que utilicen las pangas para desplazarse.

IV.5 Diagnóstico Ambiental.

IV.5.1. Integración e Interpretación del Inventario Ambiental.

El aspecto más relevante y crítico del sistema ambiental que interesa el proyecto es el de la afectación que se espera en caso de no se cumplan las disposiciones establecidas principalmente durante el proceso constructivo y sobre todo en lo referente al manejo de residuos sólidos y líquidos principalmente y sus consecuencias sobre la calidad del agua.

Otros puntos relevantes o críticos a observar se refieren a las posibles afectaciones a los organismos del sustrato, pero que de acuerdo a las acciones previas al desarrollo de la obra, serán removidos y ubicados en lugares fuera de la acción de los equipos utilizados distante el proceso constructivo.

Actualmente las actividades que se llevan a cabo son las mismas que las que se pretenden desarrollar con el proyecto, con la diferencia de una vez construida la obra, se podrán empezar a ver los resultados para mitigar un problema de erosión real, que se esta presentando en la línea de costa frente al sitio de la obra.

IV.5.2. Síntesis del Inventario Ambiental.

De acuerdo a la información bibliográfica recopilada en centros de investigación y académicos, así como la consulta de los elementos normativos que tienen que ver con la construcción de la obra y sobre todo en los estudios (oceanográficos, modelación matemática, mecánica de suelos, caracterización del medio marino) puntuales realizados exprofeso para el soporte del diseño de la obra en mención se manifiesta que el sitio a ser modificado, no representa un riesgo para la flora y fauna existente.

Para la operación del proyecto, se contratarán los servicios de un equipo especializado de buzos de la localidad para la realización de las maniobras constructivas, así como los equipos de bombeo necesarios a través de una empresa especializada para tal fin. Por otro lado se tendrá durante el proceso constructivo personal que se haga cargo de los residuos generados y que este pendiente de evitar cualquier tipo de riesgo de derrame de líquidos ajenos al medio marino.

La Bahía de Kino como ya se describió en apartados anteriores, posee hábitat tales como aguas poco profundas, playas arenosas, playas rocosas, islas, dunas costeras, vegetación de manglar y lechos de algas; asimismo, es sitio de reproducción y crianza de camarones y jaibas, así como de diversas especies de peces, tales como las lisas, las cabrillas y los lenguados; también es sitio de alimentación y descanso de aves acuáticas migratorias durante el invierno. Por ello el desarrollo de los trabajos de esta obra tendrá especial cuidado en considerar todos estos elementos tan importantes. Por otro lado, es necesario nuevamente mencionar que la obra funcionara como un elemento artificial, para evitar que el proceso erosivo de la playa se siga prestando y ocasione daños en propiedades que están frente a la costa.

Por ello, para la zona costera y sus recursos naturales de Bahía de Kino, resultará favorable para el desarrollo económico, dado que propiciaron el establecimiento y crecimiento de los asentamientos humanos en una zona de Bahía de Kino que ha tenido poco crecimiento en los últimos años y porque no pensar, que se puede constituir la obra como un atractivo turístico por su potencial funcionamiento como arrecife artificial.

Esta zona costera y sus recursos naturales resultaron favorables para el desarrollo económico y propiciaron el establecimiento y crecimiento de los asentamientos humanos de Bahía de Kino y Kino Nuevo. Desafortunadamente el crecimiento del desarrollo urbano e industrial no fue planificado ni regulado y esto ha derivado en problemas ambientales de Bahía de Kino y Kino Nuevo.

La Bahía de Kino se encuentra protegida del oleaje que se genera en el Golfo de California por la islas, esta funciona como un rompeolas paralelo a la costa que no permite la propagación de la energía del oleaje al interior de la bahía, adicionalmente la zona de interés está protegida por las islas alcatraz, esto sucede desde una interpretación global, sin embargo, los resultados del estudio de oleaje, corrientes y modelación matemática realizado con a fines de darle soporte a la obra, detectan que el oleaje del SSW que llega a la bahía, esta provocando en la actualidad cambios importantes en la línea de costa, que pueden ser controlados o revertidos con la construcción de la obra de protección.

Los problemas registrados en Bahía de Kino y su zona de influencia se relacionan al uso y conservación de las islas, a la conservación de la flora, fauna y ambiente marinos, y a las actividades pesqueras y turísticas. La estrecha relación entre las actividades económicas y los recursos marinos costeros de la región, hacen que estos grupos de problemas estén íntimamente relacionados por lo que es necesario propiciar la aplicación de manera muy estrecha las medidas de mitigación que minimicen las afectaciones al ambiente.

La problemática de la pesca es muy compleja en Bahia de Kino y en todo el país, dado tiene que ver con todo los niveles del proceso desde la extracción, la organización, regulaciones y comercialización. Por ello es importante que el sector conozca de manera muy directa la obra, su funcionamiento y los resultados esperados durante su operación.

Derivado del análisis antes mencionados, se considera que la ejecución del proyecto, no pone en riesgo las condiciones ambientales a nivel local, como regional. Asimismo, se constituye como una acción de mitigación sobre una problemática actual de erosión costera y pudiera constituirse en una actividad alternativa de recreación, propiciando el buceo y porque no pensar que pudiera funcionar como un atrayente para peces (arrecife artificial) de bajo impacto en la región.

Normativos:

Los rubros que se encuentran normados para el proyecto, están referidos de manera muy puntual en el apartado correspondiente en este documento

De diversidad:

El área destinada al proyecto carece de atributos especiales que sean considerados hábitats únicos para las especies biológicas existentes. No existen atributos especiales para ser considerado zona de anidación, refugio, reproducción o conservación de especies, entre ellas frágiles y/o vulnerables. Además, el sitio en estudio queda fuera de Áreas Naturales Protegidas (ANP) con Declaratoria a nivel Federal o Estatal y el área donde se plantean las obras del proyecto. Aunque colinda con la barra de la Laguna La Cruz, que si tiene algunos de los atributos descritos anteriormente, no afectara de manera significativa más allá de la zona de actuación específica del proyecto.

Rareza:

Ningún apartado descrito del sistema ambiental posee características de rareza. La distribución del tipo climático, arreglo geológico y fisiográfico, así como la composición del

suelo, cuenca, y elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional y ninguna característica es única o excepcional para el área en estudio. Por otra parte, el sistema ambiental no presenta condiciones singulares para el sitio.

Naturalidad:

El sitio del proyecto si se localiza en un sitio totalmente natural y no modificado por encontrarse dentro del medio marino de la Bahía de Kino.

Grado de aislamiento:

No existen condiciones de aislamiento de ningún elemento descrito para el área de estudio. El área destinada al proyecto posee características similares, con elementos climático, geológico, fisiográfico, tipo de suelos y recursos hídricos compartidos con el entorno.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1. Indicadores de impacto

Con el objeto de evaluar la dimensión de las alteraciones del ambiente generadas por el proyecto, se procedió a determinar los factores ambientales que pudieran verse alterados por las principales obras o actividades del proyecto, para posteriormente seleccionar parámetros cuantificables o calificables que reflejaran la magnitud de las alteraciones (indicadores de impacto) y así poder posteriormente, llevar al cabo la evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

En este proceso, no se consideraron las afectaciones temporales típicas de todo proceso constructivo, tales como generación de polvos y emisiones de gases de combustión, entre otros, ya que éstas se relacionan más con las prácticas constructivas que con los efectos del proyecto en sí sobre el entorno. Por lo anterior, dichas afectaciones serán abordadas en el Capítulo de Medidas de Mitigación bajo el rubro de buenas prácticas en el proceso constructivo.

La metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos ambientales es la Matriz de Leopold, como base en la interpretación de la magnitud e importancia del proyecto (Matriz de Significancias). El objetivo del presente proyecto, es proteger la barra del estero La Cruz de la erosión provocada por las condiciones del oleaje en la zona, cuya alteración a través de los años se describió ampliamente den el cap. II del presente documento. Dos actividades preponderantes sobresalen en este proyecto, la construcción de la obra de protección paralela a la costa y el dragado del banco de arena, para el llenado de los geotubos que conforman la obra de protección.

V.1.1.1 Obra de protección.

Para el caso de esta obra se tiene que, durante la etapa de construcción, los factores del ambiente afectados serán: la calidad del agua por la resuspensión de sedimentos, con efectos sobre organismos fotosintetizadores (disminución de la luz disponible) y filtradores (obstrucción de branquias y sistemas digestivos), así como en la capacidad visual de organismos predadores; el paisaje por la presencia de maquinaria y; el entorno acústico por la generación de ruido, lo cual pudiera tener efectos sobre los hábitos de las comunidades faunísticas relevantes del área, principalmente avifauna residente y migratoria (ahuyentamiento, hábitos alimenticios, etc).

Para el caso del factor ambiental vegetación, no se consideran afectaciones por esta actividad del proyecto, ya que las obras, tanto la estructura como el banco de arena, comprenden un área que carece de vegetación tal como como se demuestra en las inmersiones submarinas realizadas y descritas en capitulo anterior. Durante esta etapa podría tenerse una afectación sobre el turismo, debido a la presencia de maquinaria y ruido generado, sin embargo, dadas las condiciones actuales de la playa la presencia de turistas en el sitio, es relativamente baja, precisamente por encontrarse este sector de playa alterado por la erosión.

Durante la etapa de operación y desde la perspectiva del ambiente marino, la operación del proyecto prácticamente no implica ningún tipo de riesgo ambiental, el factor ambiental

afectado será la hidrodinámica y, con ésta, el transporte litoral, el cual se verá beneficiado al favorecerse la retención del material de playa y con esto mitigar el efecto de erosión que impera en la porción de la costa comprendida entre la boca del estero La Cruz y la playa hacia el norte de la misma, provocando de esta forma una remediación del sector de playa erosionado. Lo anterior inducirá un mayor arribo de turistas con el beneficio en la economía local que esto conlleva, al ser una localidad con vocación turística. Por otro lado, se verá afectado parcial y permanentemente el paisaje por la presencia de esta estructura de protección costera; parcial porque solo será visible en marea baja; sin embargo, esta estructura estará alejada de la zona de mayor concentración de presencia humana, reduciéndose su efecto adverso sobre el turismo, sino que por el contrario constituirá un atractivo más para el turista generándose en la zona protegida, sin oleaje, apto para actividades recreativas y deportivas. Finalmente, la creación de un hábitat tipo arrecife que se prevee servirá como zona de protección para organismos pelágicos y bentónicos, lo cual propiciará el arribo y establecimiento de comunidades animales y vegetales marinas en el sitio de la obra.

V.1.1.2 Dragado del banco de arena.

Para el caso de esta obra se tiene que, durante la etapa de construcción, los factores del ambiente afectados serán: el perfil batimétrico del relieve submarino; la calidad del agua, por la resuspensión de sedimentos con efectos sobre organismos fotosintetizadores (disminución de la luz disponible) y filtradores (obstrucción de branquias y sistemas digestivos), así como en la capacidad visual de organismos predadores; el paisaje, por la presencia de maquinaria (desde un punto de vista antropocéntrico) y; el entorno acústico por la generación de ruido debido a la operación de la misma, lo cual pudiera tener efectos sobre los hábitos de las comunidades faunísticas relevantes del área, principalmente avifauna residente y migratoria (ahuyentamiento, abandono de nidos, hábitos alimenticios, disponibilidad de alimento, etc.).

Para el caso del factor ambiental vegetación, al igual que en el área de la estructura, no se consideran afectaciones por esta actividad del proyecto, ya que las áreas de banco de arena carecen de vegetación. Durante esta etapa se considera una afectación a la actividad turística debido a la presencia de maquinaria y al mismo proceso constructivo, lo cual generará una merma en la economía local. Durante la etapa de operación el factor ambiental afectado será la socavación del suelo marino y el transporte litoral debido a la extracción de material para el llenado de los geotubos. Por otro lado, también se verá beneficiada la playa socavada a través de la remediación durante la operación y las actividades turísticas al brindar al corto y largo plazos la disponibilidad de áreas para fines recreativos, con lo cual la economía local y estatal se verá beneficiada.

En lo que respecta a la parte marina, el área de influencia del proyecto es estrictamente la que definen sus dimensiones, es decir, desde la obra de protección hasta la playa. No se considera que afecte negativamente ningún proceso que se propague más allá de la superficie ocupada y ninguno desde el punto de vista oceanográfico. Los efectos favorables como el hábitat adicional para biota como lo serían los arrecifes artificiales, y que incrementarían localmente la productividad biológica, no es posible estimarlos por ahora; sin embargo, sin duda influirán positivamente las zonas circunvecinas.

El desarrollo de un proyecto presenta diferentes impactos al ambiente, en función de las características propias del sitio. Asimismo, según los rasgos y características del entorno natural y socioeconómico en donde se enmarca el proyecto, se definen los indicadores de impacto y el tipo de medidas de mitigación y monitoreo que se deben establecer para minimizar y vigilar la potencial afectación a los sistemas naturales. Con base en revisiones bibliográficas y estudios de campo, se hace un análisis sobre las condiciones del medio natural y socioeconómico y se utilizan herramientas para identificar y valorar los principales impactos al entorno, tanto negativos como positivos, que se esperan por el desarrollo del proyecto.

Para la caracterización del sistema ambiental se aplicaron las siguientes herramientas y métodos:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y el arreglo de obras.
- Observaciones y estudios de campo sobre flora, fauna, y subsuelo marino, así como también corrientes, oleaje, batimetría, entre otros parámetros oceanográficos sin dejar de considerar la erosión actual que tiene la playa en el sitio del proyecto.
- Fotografía aérea e imágenes de satélite del área de estudio
- Políticas y decretos de áreas naturales y planes de ordenamiento y desarrollo a nivel municipal, estatal y federal.

V.1.2 Lista indicativa de Indicadores de impacto.

Mediante una revisión exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, dando como resultado cuatro etapas del proyecto, que involucran un total de 11 actividades.

La etapa de preparación del sitio presenta 3 actividades, la construcción con 4, en operación y mantenimiento con 2 y la etapa de abandono con 2 actividades, mismas que se señalan en la tabla V.1 de este documento

Tabla V. 1. Listado de actividades del proyecto por etapas.

Preparacion del sitio	Seleccion del sitio
	Permisos y autorizaciones
	Planeacion, diseno e Ingenieria de obras
Construccion	Dragado en banco de materiales
	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje
	Instalaciones de senales de seguridad
	Instalacion de plataforma para instalaciones
Operacion y mantenimiento	Operacion y supervision
	mantenimiento y reparacion de geotubos
abandono del proyecto	Desmantelamiento de obras
	Rehabilitación del suelo marino y Playa

Los componentes del sitio fueron seleccionados tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental del proyecto. Los componentes están agrupados en medio físico, biológico, paisaje, socioeconómico y de gestión ambiental, misma que cubren 11 rubros y un total de 26 atributos ambientales, de acuerdo a lo señalado en la tabla V.2 de este documento.

Tabla V. 2. Componentes del sistema ambiental del proyecto

Gestion ambiental		Ambiente Socioeconomico						Paisaje		Ambiente biotico						Ambiente abiotico									
		Economia		Servicio	Social					Fauna acuática			vegetación y flora marina			Oceanografia				Suelo marino		Morfologia marina		Aire	
Seguimiento ambiental del proyecto	Normatividad ambiental	Empleo y mano de obra	Economia regional	Servicios e infraestructura turística	Riesgo a la navegacion	Recreacion	Interaccion con pesqueria	Remediacion visual de la playa	Cualidades esteticas	Condiciones del Hábitat	Especies protegidas o de interes especial	Distribucion y abundancia	Habitat especial	Especies protegidas o de interes especial	Cubierta vegetal	corrientes	Batimetría	Patrón de oleaje	Calidad del agua (Derrames y sedimentos)	Propiedades y calidad del suelo marino	Socavacion (banco mate)	Geoformas	Relieve	Calidad del aire	Ruido

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

La metodología que se utiliza se basa en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlacionan las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales; en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto.

Posteriormente, los resultados de la identificación de impactos, fueron evaluados en términos de magnitud e importancia mediante la Matriz de Significancias, en la relación proyecto-sistema ambiental, que aporte elementos de juicio en la descripción de impactos y las medidas de mitigación de impactos ambientales aplicables en cada caso. Para ello, se determinó la definición y el alcance de los criterios en la calificación de los impactos en los términos señalados (magnitud e importancia).

V. 1.4. Metodología de Identificación de Impactos.

El método empleado para la identificación de impactos es una derivación de la técnica de Leopold, que es una matriz integrada por renglones y columnas, donde los renglones contienen los atributos ambientales posiblemente afectados y las columnas las actividades del proyecto.

En dicha matriz se determinan las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los cuales inciden, además se estima el grado de interacción, es decir, se determina de manera cuantitativa la intensidad y magnitud de dicho efecto.

Para la identificación de impactos se maneja una simbología en las matrices, donde se señalan las actividades de cada una de las etapas del proyecto, que afectan a los aspectos ambientales. La descripción siguiente resume la simbología de los tipos de impacto que se generan en el presente proyecto.

A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.

a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

b = Benéfico poco significativo, cuando la construcción de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

En cada una de las etapas se determinan los tipos de impactos.

En cada sector del ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico) se lleva a cabo un análisis cuantitativo de los impactos determinados, con base al tipo de impacto y al número de interacciones definidas, para reflejar un análisis parcial de cada sector.
Esta identificación permite visualizar globalmente el tipo de impacto de un proyecto, porque toma en consideración los dos elementos básicos para definir el impacto: el carácter de impacto y el número de impactos presentes para cada sector del ambiente. Además, permite interpretar escalas a partir de un valor de cero, cuando no hay impactos o el balance entre los impactos adversos y benéficos sea nulo.

De esta manera y conforme a la lista de indicadores de impacto, el proyecto involucra un total de 286 interacciones potenciales, donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 102 interacciones directas (35.66% de relación directa actividad del proyecto *versus* atributo ambiental).

Para ello, primeramente se marcaron todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que de muestran en la Tabla V.3 de identificación de impactos ambientales.

Del total de impactos, los impactos benéficos representan para el proyecto el 61% con duración extensa durante la vida útil del proyecto, mientras que los impactos adversos son el 39%, mismos que ocurren principalmente en esta etapa del proyecto de los cuales, algunos son controlables y/o reversibles como se destaca más adelante. Los impactos benéficos significativos (10% del total) superaron a los impactos adversos significativos (6% del total). Igualmente, los impactos benéficos poco significativos (51% del total) superaron a los impactos adversos poco significativos (33% del total), lo que se confirma con la aplicación de la valoración de magnitud y significancia para la evaluación de los impactos.

Tabla V. 3. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia:

a: Impactos Adversos No Significativos
b: Impactos Beneficvos No Significativos
A: Impactos Adversos Significativos

			Preparación del sitio			Construccion				Operacion y Mantenimiento		Abandono del proyecto	
			Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingeniería de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalaciones de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instaladiones	Operacion y supervision	mantenimiento y reparación de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa
Ambiente abiotico	Aire	Ruido				a	a				a	a	a
		Calidad del aire				a	a				a	a	a
	Morfologia marina	Relieve				A							b
		Geoformas				a	a						b
	Suelo marino	Socavacion (banco mate)				A	a				a		
		Propiedades y calidad del suelo marino				a							
	Oceanografia	Calidad del agua (Solidos Suspendidos)	b		b	a			a				
		Patrón de oleaje	b		b					A			
		Batimetría	b		b	A							B
		Transporte de sedimentos	b		b					B		b	
Ambiente biotico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	b		b	a	a					b	
		Especies protegidas o de interes especial	b			a	a						
		Habitat especial	b			a	a			b			
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	b		b	a	a			b			
		Especies protegidas o de interes especial	b			a	a						
		Condiciones del Hábitat	b		b	a	a			b			
Paisaje		Cualidades esteticas	a		b					A			
		Remediacion visual de la playa	b		b			a		B			B
Ambiente Socioeconomico	Social	Interaccion con pesqueria	a		b		a	b		a			
		Recreacion	b		b					b			b
		Riesgo a la navegacion		b	b		B	B		A			B
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica					b	b		B			
	Economia	Economia regional				b	b		b	b			
		Empleo y mano de obra				b	b		b		b		b
Gestion ambiental		Normatividad ambiental		B	b								
		Seguimiento ambiental del proyecto		B	b	b	b			b			b

Nota. Ver detalle en Anexo 5.

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron que las 102 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades, están distribuidas en 34 del medio natural abiótico (33.33% del total), 25 del medio natural biótico (24.50%), 8 en paisaje (7.84%), 27 del medio socioeconómico (26.47%) y 8 en gestión ambiental (7.84%) de las interacciones.

Visto desde la perspectiva de las etapas del proyecto, 31 interacciones son aportadas en la etapa de preparación del sitio (30.39% del total), 40 interacciones (39.21%) en la etapa de construcción, 17 interacciones en la etapa de operación y mantenimiento (equivalentes al 16.66% de todas las interacciones) y 14 interacciones (13.72%) en la etapa de cierre y abandono del proyecto.

La tabla V.4 muestra el balance de los impactos cualitativos benéficos y adversos plasmados en la matriz de identificación de impactos y la tabla V.5 presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

Tabla V. 4. Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia:

a: Impactos Adversos No Significativos
b: Impactos Benefícvos No Significativos

			Valores por componentes ambientales				Valores por rubro ambiental				Valores por ambiente en sitio			
			a	A	b	B	a	A	b	B	a	A	b	B
Ambiente abiotico	Aire	Ruido	5	0	0	0	**10**	0	0	0	**17**	**4**	**11**	**2**
		Calidad del aire	**5**	0	0	0								
	Morfologia marina	Relieve	0	1	1	0	2	1	2	0				
		Geoformas	2	0	1	0								
		Socavacion (banco mate)	2	**1**	0	0	3	1	0	0				
		Propiedades y calidad del suelo marino	1	0	0	0								
	Oceanografia	Calidad del agua (solidos suspendidos)	2	0	2	0	2	2	9	2				
		Patrón de oleaje	0	1	2	0								
		Batimetría	0	1	2	1								
		Transporte de sedimentos	0	0	3	1								
Ambiente biotico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	2	0	3	0	6	0	6	0	12	0	13	0
		Especies protegidas o de interes especial	2	0	1	0								
		Habitat especial	2	0	2	0								
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	2	0	3	0	6	0	7	0				
		Especies protegidas o de interes especial	2	0	1	0								
		Condiciones del Hábitat	2	0	3	0								
Paisaje		Cualidades esteticas	1	1	1	0	2	1	3	2	2	1	3	2
		Remediacion visual de la playa	1	0	2	2								
Ambiente Socioeconomico	Social	Interaccion con pesqueria	3	0	2	0	3	1	8	3	3	1	19	4
		Recreacion	0	0	4	0								
		Riesgo a la navegacion	0	1	2	3								
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	0	0	2	1	0	0	2	1				
	Economia	Economia regional	0	0	4	0	0	0	9	0				
		Empleo y mano de obra	0	0	5	0								
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	0	0	1	1	0	0	6	2	0	0	6	2
		Seguimiento ambiental del proyecto	0	0	5	1								
			34	6	52	10	34	6	52	10	34	6	52	10

Tabla V.5 Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa del proyecto.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia: a: Impactos Adversos No Significativos; b: Impactos Beneficvos No Significativos; A: Impactos Adversos Significativos; B: Impactos Beneficos Significativos		Preparación del sitio			Construccion				Operacion y Mantenimiento		Abandono del proyecto	
		Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingenieria de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalaciones de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa
RESUMEN DE LA IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Por componente de la etapa	**a**	2	0	0	**11**	11	1	1	1	3	2	2
	A	0	0	0	**3**	0	0	0	4	0	0	0
	b	12	**1**	**14**	3	4	2	2	6	**1**	2	5
	B	0	2	0	0	1	1	0	2	0	0	**3**
Por etapa del proyecto	**a**	2			24				4		4	
	A	0			3				3		0	
	b	27			11				7		7	
	B	2			2				3		3	
Por el proyecto	**a**	34										
	A	6										
	b	52										
	B	10										
PROPORCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (%)												
Por etapa del proyecto	**a**	1,96%			23,53%				3,92%		3,92%	
	A	0,00%			2,94%				2,94%		0,00%	
	b	26,47%			10,78%				6,86%		6,86%	
	B	1,96%			1,96%				2,94%		2,94%	
Por el proyecto	**a**	33%										
	A	6%										
	b	51%										
	B	10%										

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados. Se empezará describiendo los impactos ambientales en el sistema acuático, que es donde tienen lugar las obras del proyecto. Posteriormente se evaluarán los impactos ambientales referentes al paisaje y el entorno social.

V.1.4.1. Ruido.

De particular interés resulta este factor ambiental debido a la presencia de especies de relevancia ecológica en el humedal colindante al presente proyecto. Estas especies son aves mayormente migratorias y algunas residentes. Dado que fuertes niveles de ruido pueden ahuyentar a los organismos señalados, aunque, éstos serán generados básicamente durante la construcción de la obra en un período de 04 meses ininterrumpidos, a pesar de la distancia entre las obras y el humedal, el indicador ambiental seleccionado fue el ahuyentamiento de la avifauna en los humedales. El impacto ambiental potencial fue evaluado como adverso no significativo, temporal y susceptible de mitigación (a).

V.1.4.2. Calidad del aire.

Se predice que se generaran emisiones a la atmosfera durante la etapa de construcción de la obra, debido a la generación de emisiones de los motores de combustión interna utilizados tanto para el potencial uso de una draga y/o del generador de energía para las bombas de lodos con motores eléctricos sumergibles. La emisión de gases (CO, NOx, SO_2) producto de la combustión incompleta del combustible es inevitable, ya que no existen

dispositivos para evitar este tipo de emisión en motores diésel, además se debe considerar también en virtud del aislamiento de la zona de áreas pobladas, la emisión de gases contaminantes no se suma a efectos similares provenientes de otros desarrollos por no estar presentes en la zona; sin embargo, a pesar de que los gases emitidos por lo motores podrán ser rápidamente dispersos debido a la presencia constante de corrientes de aire, este impacto se presenta de manera adversa, temporal e insignificante (a).

La utilización de maquinaria con motores diésel, durante el proceso constructivo generará niveles de ruido hasta de 85 decibeles. El tiempo máximo permisible de exposición para un nivel sonoro continuo es equivalente a 90 decibeles para una jornada de trabajo de 8 horas, (condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera el ruido, de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social publicadas en el Diario Oficial de la Federación de fecha 2 de junio de 1989). Considerando que no se alcanzan los 90 decibeles y que tampoco se trabajará en un lugar cerrado, no se considera significativo el Impacto.

Alteraciones en la calidad del aire por la presencia de sólidos en suspensión (polvos) no se presentarán, dado que todas las acciones de obra serán desarrolladas en el medio marino. Alteraciones en las ondas sonoras tanto en intensidad y repetición del ruido al utilizar maquinaria y equipo pesado.

V.1.4.3. Calidad de Agua.

El indicador ambiental será la presencia de sólidos suspendidos en la columna de agua, ya que estos elevarán su concentración debido al re suspensión que se genera durante el proceso de corte y succión de los equipos utilizados para el llenado de los geotubos que van a ir conformado la estructura de protección. Por lo que el incremento de turbidez podrá tener dos efectos principales: Por un lado, limita la penetración de la luz en la columna de agua, cuyo efecto es la limitación del proceso de la fotosíntesis, que a su vez afecta la productividad orgánica primaria del fitoplancton del sistema, que como ya se sabe es la base de la cadena trófica dentro de estos sistemas acuáticos. Por otro lado, genera una afectación a organismos filtradores por la obstrucción de branquias y aparatos digestivos. Sin embargo, como la duración de las actividades generadoras es de 04 meses, el impacto ambiental fue considerado como adverso, temporal y no significativo (at).

V.1.4.4. Transporte de sedimentos.

La línea de costa frente al sitio propuesto para la obra, actualmente está siendo erosionada por la acción del oleaje y las corrientes litorales. Como se ha señalado, la propia construcción de la obra se considera como la acción de mitigación más importante, que de acuerdo a la modelación realizada en el estudio que se presenta, se espera lograr la estabilización de la línea de costa, dado que la energía del oleaje se disipara en la estructura y hacia la playa se genera una zona de calma que mejora la dinámica de la playa y por ende la recuperación de del perfiles de playa y la disminución de la erosión. El indicador ambiental será la remediación del perfil playero.

Este impacto ambiental se estima de carácter permanente y reducirá el riesgo sobre la infraestructura urbana existente de la barra del estero La Cruz, que en las condiciones actuales se ha visto afectada por el creciente retroceso de la línea de costa, lo que ha obligado a otro tipo de medidas emergentes. Por lo anterior, este impacto fue evaluado como benéfico significativo (B).

V.1.4.5 Patrón de Oleaje

El oleaje en su transición de aguas profundas a aguas someras presenta modificaciones importantes precisamente por la variación de la configuración del fondo (batimetría). De acuerdo a las condiciones propias de Bahía de Kino, en el sitio de la obra se determinó de acuerdo al estudio considerado en este proyecto, un oleaje incidente predominante; acuerdo con la convención meteorológica (de donde vienen las olas), de S-SE (Sur-Sureste). En este sentido la estructura provocara una barrera para esa dirección de oleaje, cuyo resultado será la disminución de la energía del oleaje sobre la playa que de manera indirecta ocasionara la recuperación de la playa. El indicador considerado en este apartado es la modificación del patrón de arribo del oleaje a la costa.

Por ello este impacto ambiental se estima de carácter permanente dado que provocará la recuperación paulatina de la playa, reduciendo el riesgo sobre la infraestructura urbana existente de la barra del estero La Cruz, que en las condiciones actuales se ha visto afectada por el creciente retroceso de la línea de costa. Por lo anteriormente expuesto, este impacto fue evaluado como benéfico significativo (B).

V.1.4.6 Batimetría.

Esta acción de remoción de los sedimentos que modifica el fondo marino, se realiza porque los materiales son succionados y bombeados con equipos especiales al interior de los geotubos para la conformación de la estructura. El indicador evaluado en este tema es la modificación del fondo marino, en los sitios que serán utilizados como bancos de materiales.

Sin embargo, la dinámica de las corrientes y el oleaje de manera muy efectiva va nuevamente estabilizando y rellenando los socavones que quedan después de la succión y bombeo. Por lo cual, , como la duración de las actividades generadoras es de 04 meses, el impacto ambiental fue considerado como adverso, temporal y no significativo (at).

V.1.4.7 Flora y fauna marina.

El indicador evaluado en este apartado fue la presencia-ausencia de organismos que fue determinada con el estudio que se incluye en el documento, que para la fecha que se realizó no detectó presencia más que de conchas de organismos filtro alimentadores y algunos organismos pelágicos vivos que fácilmente se desplazan en la columna de agua. Estos mismos resultados fueron detectados en el sitio considerado para el banco de materiales.

Es importante comentar que previo a la realización de la obra, se tiene contemplada la realización de inmersiones con personal especializado para la remoción de los organismos vivos que pudieran detectarse en los sitios de trabajo, para relocalizarlos fuera de esas áreas, de tal manera que no queden atrapados y se presenten aplastamientos y muerte por causa de la construcción de la estructura.

En cuanto a la flora, no se localizó ningún tipo de espécimen, como era de esperarse debido a la dinámica del sitio donde los sedimentos están en constante movimiento y dificultan su fijación.

Por lo que derivado del corto tiempo que tendrá el proceso de construcción (04 meses), el impacto ambiental fue considerado como adverso, temporal y no significativo (at).

Para este factor ambiental el indicador seleccionado será la dimensión del hábitat que corresponde a la longitud de la obra (70 m). Dado que esta obra será creada a partir de sustrato arenoso, se creará artificialmente una condición similar a un arrecife donde diferentes especies de fauna bentónica y pelágicas, irán colonizando el nuevo sustrato que se estará generando. Lo mismo sucederá con las comunidades de flora marina que requieren sustrato para su fijación. Esta condición nueva en el medio, como ya se describe, permite la llegada de fauna marina (peces) que se puede constituir en un sitio donde la actividad de pesca recreativa podrá ser un nuevo atractivo en la zona, De esta forma, el impacto ambiental fue evaluado como benéfico no significativo y permanente (b).

Como medida adicional para el mejor funcionamiento de la estructura y que pudiera ser más efectivo su funcionamiento como arrecife artificial, se propone el acomodo de algunos elementos adicionales en la base como llantas o elementos elaborados de concreto que contengan oquedades y espacios vacíos que sean utilizados por los organismos colonizadores como elementos de protección contra depredadores.

V.1.4.8 Paisaje.

La afectación al paisaje tiene tres modalidades: la presencia temporal de maquinaria (cuyo indicador será su tiempo de permanencia), la superficie permanentemente afectada por la presencia de la obra y el beneficio generado por la potencial disminución del proceso erosivo y como consecuencia la recuperación de la playa.

Retomando los aspectos relevantes del paisaje realizados en el inventario ambiental, se tiene que, para la presencia de maquinaria durante la construcción de las obras, el impacto ambiental fue evaluado como adverso, temporal y significativo (A),

La superficie ocupada por la obra cubrirá una superficie aproximada de 4000 metros cuadrados, que, para hacerla más amigable con el entorno, el color del geotubo es de color muy similar al color de la arena de la playa. En este caso el indicador de impacto es positivo, permanente pero no significativo. (a).

V.1.4.8 Turismo.

La construcción de la obra mar adentro, por si misma se puede constituir como un atractivo turístico, derivado de que los nadadores podrán hacer eventuales recorridos y hacer inmersiones en buceo libre, por ello el impacto ambiental detectado durante la operación de la obra será benéfico, permanente y significativo (A).

Por otro lado, la funcionalidad de la obra como medida de mitigación para la contención del retroceso de la playa y reducir el riesgo de afectaciones a las dunas, se puede considerar que esas áreas podrán desarrollar nuevos proyectos de infraestructura que podrán incrementar la afluencia del turismo, redundando en un beneficio a la economía local, la cual en la actualidad muestra síntomas de deterioro por la pérdida de cualidades de su principal atractivo: la playa. Para este caso el indicador será la ocupación hotelera y

la afluencia de turistas en los negocios de comida que se ubican en la comunidad de Bahía Kino. Por lo anteriormente señalado, el impacto ambiental fue evaluado como benéfico significativo y permanente (B).

V.1.4.9 Pesca

Las actividades pesqueras que tradicionalmente se presentan en Bahía de Kino son particularmente asociadas a la pesca ribereña, que utiliza artes de pesca como el chinchorro de línea y las trampas para jaiba. Particularmente en la zona de la obra y del sitio localizado para el banco de materiales, se presentan de acuerdo a información consultada estas dos actividades en diferentes épocas del año, por lo que durante la construcción de la obra es posible que se presenten impactos asociados a esta actividad, dada la presencia de maquinaria y personal especializado en actividades subacuáticas que estarán presentes durante todo el periodo. Sin embargo, como ya se ha mencionado, el tiempo de ejecución de las obras es corto (04 meses), estos impactos fueron caracterizados como adverso, temporales y no significativos, (-a). Haciendo hincapié que el área de afectación es reducida y muy localizada.

V.1.4.10 Navegación.

Es inminente que la colocación de una estructura dentro del mar provocará obstrucción de la libre circulación de las embarcaciones de todo tipo, llámese de pesca, turísticas o recreativas, constituyéndose como un impacto adverso, significativo y permanente (A).

Para mitigar ese efecto, se considera la colocación de boyas de señalización, con la finalidad de evitar algún accidente por ser una ruta utilizada principalmente para actividades recreativas y a su vez provocar daños en la propia estructura.

V.1.5 Criterios y Metodologías de Evaluación.

V.1.5.1 Criterios.

Posteriormente, los resultados de la identificación de impactos, fueron valorados en términos de magnitud e importancia mediante la Matriz de Significancias, en la relación proyecto-sistema ambiental, que aporte elementos de juicio en la descripción de impactos y las medidas de mitigación de impactos ambientales aplicables en cada caso. Para ello, se determinó la definición y el alcance de los criterios en la calificación de los impactos en los términos señalados (magnitud e importancia). Los impactos se califican en una escala de 0 a +/-10 según su magnitud y de 0 a 5 según su importancia. Como resultado de ello, se identifican los impactos más relevantes que requieren su atención y tratamiento.

En cada una de las celdas marcadas con diagonal se anotará el valor de la magnitud en la mitad superior izquierda y el valor de la importancia en la mitad inferior derecha, pasando a analizar y discutir cada impacto para ajustar los valores preliminares asignados a las interacciones o para modificar el diseño de las obras propuestas.

El peso relativo que se asigna a cada variable y los ajustes que se hacen a los valores, se determinan a nivel de grupo interdisciplinario. En particular, para la estimación de los valores de **magnitud** de los impactos ambientales de cada una de las acciones consideradas, inicialmente se determinaron las interacciones existentes entre acción programada y factor ambiental; los valores de magnitud se estimaron considerando los siguientes elementos:

1. Extensión o cobertura del impacto
2. Duración del impacto
3. Continuidad
4. Intensidad del impacto
5. Acumulación y/o sinergia del impacto considerado
6.

Estos elementos fueron evaluados por el consenso de los expertos (cualitativa), en escala de 1 a 10 asignándose valores negativos a los impactos adversos y positivos a los impactos benéficos. El valor 0 no existe y es en ese caso cuando no hay interacción directa entre el factor ambiental y el componente del proyecto.

A continuación, se describe cada uno de los conceptos de calificación utilizados en la evaluación de impactos:

Tabla V. 5. Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales

Término	Definición
Extensión del efecto (E):	Tamaño de la superficie o volumen afectado por una determinada acción.
Duración del impacto (D):	Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción de proyecto.
Continuidad o frecuencia del efecto (C):	Frecuencia con la cual se produce determinado efecto o presencia del mismo en relación con el periodo de tiempo que abarca la acción que lo provoca.
Intensidad del impacto (I):	Nivel de aproximación del efecto con respecto a estándares existentes (límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, la proporción de las existencias del factor ambiental en el área de estudio que serán afectadas por el impacto o, valores predeterminados en la literatura).
Acumulación del efecto (A):	Presencia de los efectos aditivos en los impactos.
Sinergia (S):	Interacción de orden mayor entre impactos que resulta en la potencialización del efecto de uno o varios de ellos.

Evaluar de 1 - 10 la extensión o cobertura del impacto. Ejemplo: si la acción a evaluar cubre toda el área del proyecto o comprende todo o una fracción del recurso ambiental afectado Será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

10: La acción comprende el 100% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.
9: La acción comprende el 100% del área del proyecto pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.

8: La acción comprende el 80% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.
7: La acción comprende el 80% del área del proyecto pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.
6: La acción comprende más del 60% del área del proyecto o tiene efectos en toda el área y en alrededores.
5: La acción comprende la mitad del área del proyecto o bien el recurso afectado se encuentra presente en el 50% del área y este es afectado por la acción en su totalidad.
4: La acción comprende la mitad del área del proyecto pero el recurso afectado no se encuentra presente en el área de las obras permanentes.
3: La acción comprende cerca del 25 % del área del proyecto
2: La acción comprende menos del 25 % del área del proyecto pero es notoria la acción
1: la cobertura del impacto comprende solo una pequeña fracción del área del proyecto o del recurso afectado, impacto puntual.

Evaluar la duración del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

10 equivale a un impacto de duración prolongada en la etapa evaluada
9 equivale a un impacto de duración larga en la etapa evaluada
8 equivale a un impacto de duración alta, en toda la etapa evaluada
7 equivale a impacto de duración alta, en acciones de una etapa evaluada
6 equivale a impacto de duración significante en toda la etapa evaluada
5 equivale a impacto de duración significante en acciones de una etapa evaluada
4 equivale a impacto de duración suficiente en toda la etapa evaluada
3 equivale a impacto de duración suficiente en acciones de una etapa evaluada
2 equivale a impacto de duración perceptible
1 Equivale a impacto sin duración de afectación.

Evaluar la continuidad del impacto de 1 -10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

10 Equivale a un impacto de continuidad prolongada en la etapa que sin duda deriva en otras repercusiones al ambiente
9 Equivale a un impacto de continuidad larga en la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
8 Equivale a un impacto de continuidad alta, en toda la etapa evaluada que deriva en otras repercusiones al ambiente
7 Equivale a impacto de continuidad alta, en acciones de una etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
6 Equivale a impacto de continuidad significante en toda la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
5 Equivale a impacto de duración significante en acciones de una etapa evaluada repercusión local
4 Equivale a impacto de continuidad suficiente en toda la etapa evaluada
3 Equivale a impacto de continuidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
2 Equivale a impacto de continuidad perceptible
1 Equivale a impacto sin continuidad, solo de repercusión directa

Evaluar la Intensidad (profundidad) del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

10 equivale a un impacto de intensidad muy alta en la etapa evaluada, siendo un impacto muy fuerte
9 equivale a un impacto de intensidad larga en la etapa evaluada siendo un impacto muy fuerte
8 equivale a un impacto de intensidad alta, en toda la etapa evaluada siendo un impacto fuerte
7 equivale a impacto de intensidad alta, en acciones de una etapa evaluada siendo un impacto fuerte
6 equivale a impacto de intensidad significante en toda la etapa evaluada
5 equivale a impacto de intensidad significante en acciones de una etapa evaluada
3 equivale a impacto de intensidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
2 equivale a impacto de intensidad perceptible
1 Equivale a impacto sin intensidad de afectación, prácticamente imperceptible.

Evaluar la Acumulación y/o Sinergia del impacto de 1 a10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

10: Acumulativo y sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)
9: Acumulativo y sinérgico, puede ser evitable (con medidas de mitigación)
8: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)
7: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (no hay certeza de que ocurrirá)
6: Potencialmente acumulativo o sinérgico (hay certeza de que ocurrirá)
5: Potencialmente acumulativo o sinérgico (no hay certeza de que ocurrirá)
4: Acumulativo o sinérgico, con baja probabilidad de presentarse
3: Acumulativo o sinérgico, poco probable
2: Acumulativo o sinérgico, no probable
1: No acumulativo, no sinérgico,

Es importante destacar que los resultados acumulados en magnitud de impactos resultó con saldo positivo. En particular, la mayor interrelación ocurre en el rubro ambiental de atmosfera. Lo anterior puede analizarse a detalle en la tabla V.8. El ANEXO 5 muestra la memoria de cálculo de la magnitud e importancia de cada impacto evaluado (las 404 interacciones).

Para la estimación de la **importancia** se consideraron los elementos siguientes:

1. Reversibilidad
2. Mitigabilidad
3. Residualidad
4. Valor económico
5. Valor sociocultural

Estos elementos fueron evaluados en escala de +1 a + 5. Para la estimación de cada uno de los elementos se requirió de la participación de un equipo multidisciplinario, con conocimiento de campo de la zona del proyecto, sobre la base de una evaluación preliminar realizada por el área encargada de la integración de la evaluación.

Tabla V. 6. Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales.

Término	Definición
Reversibilidad del impacto (R):	Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original, una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante.
Mitigabilidad (M):	Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o compensatorias a un determinado impacto.
Residualidad (Re):	Aquellos impactos que aún con medidas de mitigación no es posible controlar la totalidad de la afectación.
Valor económico (Ve):	Aquellos impactos que inciden directamente en la inversión del promovente y la afectación de recursos económicos de externos al proyecto.
Valor sociocultural (Vs):	Aquellos impactos que modifican parámetros poblacionales como migración, usos y costumbres del entorno del proyecto.

Para explicar el empleo de los rangos de valoración, se enlistan los siguientes criterios:

Evaluar la reversibilidad del impacto de 1 a 5. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5 Equivale a un impacto 100% irreversible
4 Impacto reversible a muy corto plazo
3 Impacto reversible inmediatamente después de que suceda la acción
2 Impacto reversible espontáneamente
1 Impacto 100% reversible

Evaluar la mitigabilidad (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto no tiene mitigabilidad / ecosistema frágil
4: El impacto no tiene mitigabilidad / el ecosistema no frágil
3: Acciones sin rango de importancia sin medida de mitigación efectiva.
2: Acciones con rango de importancia con medida de mitigación efectiva.
1: la zona prácticamente no requiere medida de mitigación por el proyecto.

Evaluar la residualidad de factor ambiental a evaluar (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto ambiental es residual sin medida de mitigación efectiva
4: El impacto ambiental es residual con medida de mitigación efectiva
3: El impacto ambiental no es residual con medida de mitigación efectiva
2: No hay interacción directa
1: No hay residualidad del impacto, existe medida de mitigación efectiva

Evaluar la importancia por el valor económico del recurso (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor económico
4: Recurso con alto valor económico
3: Recurso con cierto valor económico
2: Recurso con muy poco valor económico
1: Recurso prácticamente sin valor económico.

Evaluar la importancia por el valor sociocultural del recurso (1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor sociocultural
4: Recurso con alto valor sociocultural
3: Recurso con cierto valor sociocultural
2: Recurso con muy poco valor sociocultural
1: Recurso prácticamente sin valor socio-cultural.

Identificando con un signo negativo al impacto adverso y con signo positivo a los impactos benéficos. Finalmente, considerando la magnitud e importancia, se obtiene la significancia del impacto identificado, con el propósito de conocer la mayor relevancia a los impactos y valorar la existencia de impactos residuales, los resultados de esta valoración se muestran en la tabla V.7.

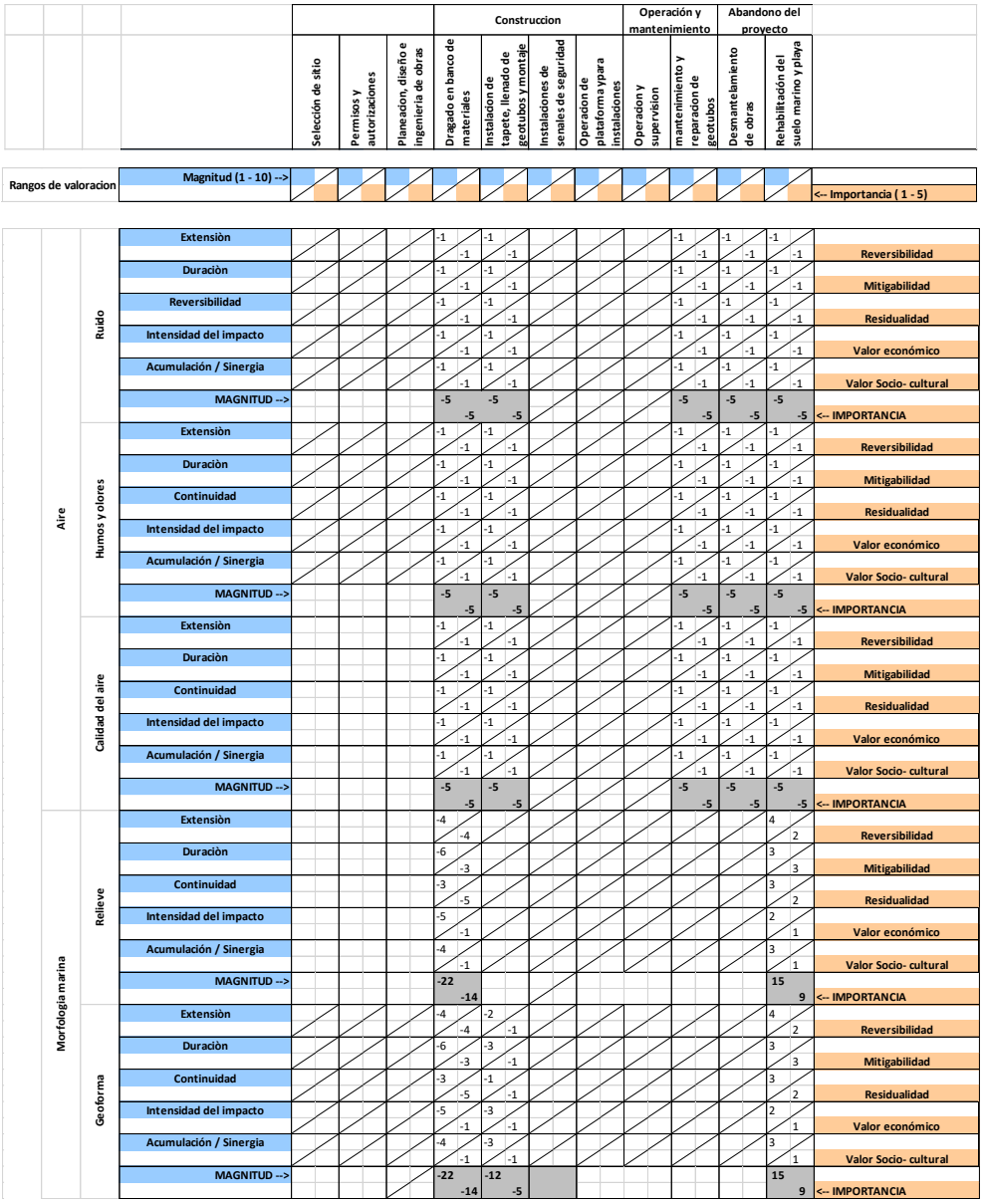
Por otro lado, los resultados acumulados en importancia de impactos salieron en saldo positivo. Lo anterior puede analizarse a detalle en la Tabla V.8.

Los resultados de la evaluación de la magnitud e importancia destacan que el proyecto tiene impactos mayormente benéficos, y que la intromisión de las obras modificando el sitio es de magnitud e importancia baja.

Esta combinación, indica que el proyecto es viable en términos ambientales y una vez que ocurran las actividades de la etapa del cierre del proyecto, es factible la reconversión del sitio a su estado original. Finalmente, considerando la magnitud e importancia, se obtiene la significancia de los impactos identificados (Tabla V.9), con el propósito de conocer la mayor relevancia a los impactos y valorar la existencia de impactos residuales.

Este resultado fue significativamente positivo de acuerdo la evaluación plasmada en la matriz .

Tabla V.7. Matriz de valoración de impactos ambientales en las diferentes etapas del proyecto



				Construccion					Operación y mantenimiento		Abandono del proyecto	
				Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeación, diseño e ingeniería de obras	Dragado en banco de materiales	Instalación de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalaciones de señales de seguridad	Operación de plataforma ypara instalaciones	Operación y supervisión	mantenimiento y reparación de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y playa
Rangos de valoracion	Magnitud (1 - 10) -->													
	<-- Importancia (1 - 5)													
Aire	Ruido	Extensiòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Duraciòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Reversibilidad					-1	-1				-1	-1	-1
		Intensidad del impacto					-1	-1				-1	-1	-1
		Acumulación / Sinergia					-1	-1				-1	-1	-1
		MAGNITUD -->					-5	-5				-5	-5	-5
	Humos y olores	Extensiòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Duraciòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Continuidad					-1	-1				-1	-1	-1
		Intensidad del impacto					-1	-1				-1	-1	-1
		Acumulación / Sinergia					-1	-1				-1	-1	-1
		MAGNITUD -->					-5	-5				-5	-5	-5
	Calidad del aire	Extensiòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Duraciòn					-1	-1				-1	-1	-1
		Continuidad					-1	-1				-1	-1	-1
		Intensidad del impacto					-1	-1				-1	-1	-1
		Acumulación / Sinergia					-1	-1				-1	-1	-1
		MAGNITUD -->					-5	-5				-5	-5	-5
Morfología marina	Relieve	Extensiòn					-4							4
		Duraciòn					-6							3
		Continuidad					-3							3
		Intensidad del impacto					-5							2
		Acumulación / Sinergia					-4							3
		MAGNITUD -->					-22							15
	Geoforma	Extensiòn					-4	-2						4
		Duraciòn					-6	-3						3
		Continuidad					-3	-1						3
		Intensidad del impacto					-5	-3						2
		Acumulación / Sinergia					-4	-3						3
		MAGNITUD -->					-22	-12						15

Tabla V. 7. Continuación.

| | | |

Tabla V. 7. Continuación.

| | | |

Tabla V.7. Continuación

| | | |

Tabla V. 8. Resumen de valoración de magnitud e importancia

Resumen de valoración de magnitud e importancia

			Preparación del sitio			Construccion				Operación y mantenimiento		Abandono del proyecto		TOTAL MAGNITUD	TOTAL IMPORTANCIA	Magnitud por rubro ambiental	Importancia por rubro ambiental
			Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingeniería de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalacion de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	Mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa				
	Aire	Ruido	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-25	-25	-50	-50
		Calidad del aire	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-25	-25		
	Morfologia marina	Relieve	0 0	0 0	0 0	-22 -14	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15 9	-7	-5	-26	-15
		Geoformas	0 0	0 0	0 0	-22 -14	-12 -5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15 9	-19	-10		
		Socavacion	0 0	0 0	0 0	-5 -4	-12 -5	0 0	0 0	0 0	-10 -10	0 0	0 0	-27	-19	-38	-25
		Propiedades y calidad del suelo marino	0 0	0 0	0 0	-11 -6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-11	-6		
	Oceanografía	Calidad del agua	9 5	0 0	9 11	-10 -5	0 0	0 0	-9 -11	0 0	0 0	0 0	0 0	-1	0	67	70
		Patrón de oleaje	9 5	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	-20 -5	0 0	0 0	0 0	-2	11		
		Batimetría	9 5	0 0	9 11	-14 -10	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	14 12	18	18		
		Transporte de sedimentos	9 5	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	22 16	0 0	12 9	0 0	52	41		
Ambiente biológico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	9 5	0 0	9 11	-15 -10	-15 -10	0 0	0 0	0 0	0 0	23 7	0 0	11	3	-6	-9
		Especies protegidas o de interes especial	9 5	0 0	0 0	-12 -12	-12 -12	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-15	-19		
		Habitat especial	9 5	0 0	0 0	-16 -5	-16 -5	0 0	0 0	21 12	0 0	0 0	0 0	-2	7		
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	9 5	0 0	9 11	-15 -10	-15 -10	0 0	0 0	19 9	0 0	0 0	0 0	7	5	-1	4
		Especies protegidas o de interes especial	9 5	0 0	0 0	-12 -12	-12 -12	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-15	-19		
		Condiciones del Hábitat	9 5	0 0	9 11	-16 -5	-16 -5	0 0	0 0	21 12	0 0	0 0	0 0	7	18		
Paisaje		Cualidades esteticas	9 11	0 0	9 11	0 0	0 0	-6 -5	0 0	30 16	0 0	0 0	32 13	74	46	65	45
		Renediacion visual de la playa	-10 -1	0 0	1 1	0 0	-5 -1	10 1	0 0	-5 -1	0 0	0 0	0 0	-9	-1		
Ambiente socioeconomico	Social	Interaccion con pesquerias	-18 -5	0 0	9 11	0 0	-13 -8	28 9	0 0	-13 -8	0 0	0 0	0 0	-7	-1	97	62
		Recreacion	0 0	9 11	9 11	0 0	-13 -8	28 9	0 0	-28 -9	0 0	0 0	29 9	34	23		
		Riesgo a la navegacion	9 11	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	27 9	0 0	0 0	25 9	70	40		
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	0 0	0 0	0 0	0 0	18 9	18 9	0 0	28 9	0 0	0 0	0 0	64	27	64	27
	Economia	Economia regional	0 0	0 0	0 0	29 9	29 9	0 0	19 9	19 9	0 0	0 0	0 0	96	36	180	81
		Empleo y mano de obra	0 0	0 0	0 0	18 9	18 9	0 0	16 9	0 0	16 9	0 0	16 9	84	45		
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	0 0	9 11	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	18	22	72	84
		Seguimiento ambiental del proyecto	0 0	9 11	9 11	9 10	9 10	0 0	0 0	9 10	0 0	0 0	9 10	54	62		

Tabla V. 9. Matriz de significancia de impactos ambientales.

Matriz de significancia de impactos ambientales

Preparación del sitio			Construccion				Operación y mantenimiento		Abandono del proyecto	
Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingenieria de obras	Dragado en bancos de materiales	Instalacion de tapete,llenado de geotubos y montaje	Instalacion de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	Mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitacion del suelo marino y Playa
748	**297**	1288	**2203**	1806	706	414	2724	294	319	1624
2333			**5129**				**3018**		1943	
19%			41%				24%		16%	

Tabla V.9. Continuación.

Matriz de significancia de impactos ambientales

			SIGNIFICANCIA		
			POR COMPONENTES AMBIENTAL	POR RUBRO AMBIENTAL	%
	Aire	Ruido	125	250	2%
		Calidad del aire	125		
	Morfologia narina	Relieve	443	946	8%
		Geoformas	503		
		Socavacion	180	246	2%
		Propiedades y calidad del suelo marino	66		
	Oceanografia	Calidad del agua	293	1593	13%
		Patrón de oleaje	244		
		Batimetría	452		
		Transporte de sedimentos	604		
Ambiente biológico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	605	1395	11%
		Especies protegidas o de interes especial	333		
		Habitat especial	457		
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	615	1504	12%
		Especies protegidas o de interes especial	333		
		Condiciones del Hábitat	556		
Paisaje		Cualidades esteticas	1124	1155	9%
		Renediacion visual de la playa	31		
Ambiente socioeconomico	Social	Interaccion con pesquerias	649	2382	19%
		Recreacion	1067		
		Riesgo a la navegacion	666		
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	576	576	5%
	Economia	Economia regional	864	1620	13%
		Empleo y mano de obra	**756**		
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	**198**	756	6%
		Seguimiento ambiental del proyecto	**558**		
			12423	12423	100%

V.1.5.2. Impactos Residuales

Teniendo en cuenta que los impactos residuales son aquellos que persisten aún después de aplicarles todas las medidas de mitigación propuestas. Se establece el siguiente criterio de evaluación:

- Impactos significativos: impactos que ocurren cuando los niveles de contaminante asociados con las operaciones efectuadas por el proyecto, exceden las normas correspondientes en la materia.
- Impactos no significativos: impactos que ocurren cuando los niveles de alteración o contaminantes son superiores a los niveles de referencia del sitio pero inferiores a los estipulados por las normas correspondientes en la materia.
- Ningún impacto: los niveles de contaminación producidos durante y después de la ejecución del proyecto son similares a los niveles de referencia en el sitio y no presentan diferencias.

Sobre la base de los criterios de clasificación antes mencionados, los impactos residuales al medio ambiente, una vez aplicadas las medidas de mitigación, quedará de la siguiente manera:

Tabla V. 10. Resumen de impactos residuales.

Factores ambientales	Impacto residual
Aire	No significativo
Suelo	No significativo
Oceanografia	No significativo
Flora y Fauna acuatica	No significativo

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

VI.1. DESCRIPCION DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACION O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMIENTAL

VI.1. 1. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

No existe propiamente dicho una etapa de preparación del sitio, esta etapa obedece a la planeación de las actividades y de la logística para llevar a cabo el proceso de llenado de los geotubos ya que toda la actividad será realizada en el medio marino; en este sentido las actividades que podrán causar algún tipo de impacto estarán referidas a la etapa de construcción o instalación de los geotubos y de la operación.

VI.1.1.1. Medio Físico.

VI.1.1.1.1 Ruido.

El ruido será generado por los motores de la draga y plataforma que estarán operando en el sitio haciendo la extracción de arena y llenando los geotubos en el sitio que estarán instalados, los niveles acústicos podrán alcanzar y superar ligeramente los 85dB en el sitio de emisión y para el tipo de maquinaria utilizable; sin embargo, las velocidades del viento ocasionadas por las corrientes marinas prevalecen todo el tiempo y en su mayoría se mantienen constantes lo que ocasiona que el ruido generado se disperse a pocos metros, sin descartarse que estos ruidos sean audibles hasta la playa; dependiendo de la dirección del viento, ya que las obras estarán llevándose a cabo a 70 metros de la playa.

Independientemente de lo anterior como medida de mitigación, los motores deberán contar con los silenciadores adecuados de acuerdo a su capacidad, esto de manera preventiva para evitar el disturbio y ahuyentamiento de la avifauna en la zona, sobre todo en el humedal correspondiente al estero Santa Cruz.

VI.1.1.1.2 Gases.

El adecuado mantenimiento de los motores así como también los filtros y silenciadores ayudaran a reducir las emisiones de los motores diésel durante la etapa de construcción de la obra. La emisión de gases (CO, NOx, SO_2) producto de la combustión incompleta del combustible es inevitable, ya que no existen dispositivos para evitar este tipo de emisión en motores diésel, además se debe considerar también en virtud del aislamiento de la zona de áreas pobladas, la emisión de gases contaminantes no se suma a efectos similares provenientes de otros desarrollos por no estar presentes en la zona.

Tal como se señaló en el caso de ruido, los gases emitidos por los motores podrán ser rápidamente dispersos debido a la presencia constante de corrientes de aire.

VI.1.1.1. 3. Calidad de agua.

La presencia de sólidos suspendidos en la columna de agua, cuya profundidad en el sitio de los trabajos será de 8 metros en promedio, será evidente ya que la draga corta y succiona la arena y las partículas más pequeñas se mantendrán en suspensión por determinado tiempo incrementándose de turbidez en el sitio de los trabajos lo cual impide la penetración completa de la luz en la columna de agua, limitación del proceso de la fotosíntesis, que a su vez afecta la productividad orgánica primaria del fitoplancton del sistema, que como ya se sabe es la base de la cadena trófica dentro de estos sistemas acuáticos; también, podría generar una afectación a organismos filtradores por la obstrucción de branquias y aparatos digestivos.

Para mitigar este efecto se valorará el nivel de obstrucción durante los primeros días de operación a fin de estimar los tiempos de asentamiento de las partículas en suspensión de tal manera que se pueda establecer un horario de trabajo que disminuya o mitigue este efecto y poder reconsiderar una jornada igual o inferior a las 8 horas diarias con intervalos o interrupciones en momentos críticos. Por otra parte esta actividad tendrá un periodo máximo para el llenado de los geotubos de 4 meses, considerado aceptable, habida cuenta de que se operara con una draga pudiéndose incrementar a dos equipos si las condiciones del medio lo permiten como medida preventiva o de mitigación.

VI.1.1.1.4 Sedimentos.

El objetivo del proyecto es la restitución de la línea de playa frente al sitio propuesto para la obra, la cual actualmente está siendo erosionada por la acción del oleaje y las corrientes litorales. Como se ha señalado, la propia construcción de la obra se considera como la acción de mitigación más importante, que de acuerdo a la modelación realizada en el estudio que se presenta, se espera lograr la estabilización de la línea de costa, dado que la energía del oleaje se disipara en la estructura y hacia la playa se genera una zona de calma que mejora la dinámica de la playa y por ende la recuperación de del perfiles de playa y la disminución de la erosión. No se prevé una medida preventiva a menos de la señalada en la supervisión y el mantenimiento de los geotubos en el caso de algún daño no previsto, esto con la finalidad de que la obra cumpla con el objetivo de protección y la playa recupere su frente de forma natural.

VI.1.1.1.5 Patrón de oleaje.

Tampoco es aplicable alguna medida de prevención o mitigación, ya que al establecer la obra el oleaje presentara modificaciones importantes precisamente por la variación de la configuración del fondo (batimetría) cuyo resultado será la disminución de la energía del oleaje sobre la playa, lo cual, además de inevitable es lo que pretende la obra de protección.

Batimetría. Esta acción de remoción de los sedimentos que modifica el fondo marino, se realiza porque los materiales son succionados y bombeados con equipos especiales al interior de los geotubos para la conformación de la estructura. No se prevé ninguna medida en este sentido ya que de forma natural una vez terminada la obra, la dinámica de las corrientes y el oleaje de manera muy efectiva estará nuevamente estabilizando y rellenando los socavones que quedan después de la succión y bombeo.

VI.1.1.2 Medio Biótico.

VI.1.1.2.1 Flora y Fauna Marina.

Los estudios y muestreos realizados durante la etapa de elaboración del presente documento no detectaron presencia más que de conchas de organismos filtro alimentadores y algunos organismos pelágicos vivos que fácilmente se desplazan en la columna de agua. De igual manera estos resultados fueron detectados en el sitio considerado para el banco de materiales ya que son sitios prácticamente contiguos.

Sin embargo, previo a las obras se llevara a cabo una campaña de inmersiones con personal especializado, para el rescate o remoción de los organismos vivos que pudieran detectarse en los sitios de trabajo, para reubicarlos fuera de esas áreas, de tal manera que no queden atrapados y se presenten aplastamientos y muerte por causa de la de la operación de la maquinaria o instalación de la estructura de protección.

En cuanto a la flora, no se localizó ningún tipo de espécimen, como era de esperarse debido a la dinámica del sitio donde los sedimentos están en constante movimiento y dificultan su fijación.

Como medida de mitigación o en su caso de compensación, se creará artificialmente una condición similar a un arrecife donde diferentes especies de fauna bentónica y pelágicas, puedan ir colonizando el nuevo sustrato que se estará generando. Lo mismo sucederá con las comunidades de flora marina que requieren sustrato para su fijación. Esta condición nueva en el medio, como ya se describe, permite la llegada de fauna marina (peces) que se puede constituir en un sitio donde la actividad de pesca recreativa podrá ser un nuevo atractivo en la zona.

Como medida adicional para el mejor funcionamiento de la estructura y que pudiera ser más efectivo su funcionamiento como arrecife artificial, se propone el acomodo de algunos elementos adicionales en la base como llantas o elementos elaborados de concreto que contengan oquedades y espacios vacíos que sean utilizados por los organismos colonizadores, como elementos de protección contra depredadores.

IV.1.1.3 Paisaje.

La presencia temporal de maquinaria (cuyo indicador será su tiempo de permanencia) evidentemente tiene un efecto negativo en el entorno, sin embargo, también los efectos que el oleaje ha generado en la línea de playa a lo largo del tiempo por diversos motivos. Las medidas preventivas que podrán ser aplicadas estarán en función de poder acelerar el proceso de construcción, que, si bien no es un proceso agresivo, el tiempo de permanencia de la maquinaria altera de manera significativa el paisaje. La posible reducción del tiempo de construcción traería consigo por un lado terminar con esa imagen negativa del paisaje, y por otro, terminar también con el paisaje actual deteriorado de la línea de playa.

VI.1.1.3.1 Navegación.

Es inminente que la colocación de una estructura dentro del mar provocará obstrucción de la libre circulación de las embarcaciones de todo tipo, llámese de pesca, turísticas o recreativas, para mitigar ese efecto, se considera la colocación de boyas de señalización, con la finalidad de evitar algún accidente por ser una ruta utilizada principalmente para actividades recreativas y a su vez provocar daños en la propia estructura.

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

VII.1. PRONÓSTICO DE ESCENARIO.

Es bien sabido que todo cambio de los elementos del medio ambiente repercutirá en menor o mayor grado en la modificación del hábitat, y toda modificación ocasionará afectaciones benéficas o adversas del ecosistema. Sin embargo, los ecosistemas son complejos y difíciles de limitar, por lo que las mediciones de los impactos también consideran un factor de delimitación poco efectiva. Bajo estas consideraciones, el desarrollo del Proyecto tendrá impactos mínimos y o poco significativos sobre los componentes ambientales.

Los impactos identificados por la implementación de las actividades del Proyecto, no serán en un factor grave de deterioro ambiental, debido a que no afectan significativamente el orden natural del ecosistema marino, así como tampoco se crearán condiciones que se traduzcan en afectaciones trascendentales e irreversibles, de hecho, es el caso contrario donde la obra se proyecta para lograr la remediación de un sector de playa.

En base a los impactos evaluados y a los resultados de esta evaluación realizada en el Capítulo V; se determina que el proyecto no causara impactos Relevantes o Críticos por lo que es factible considerando su magnitud y dimensión espacial.

Las medidas correctivas o de mitigación descritas involucran aspectos técnicos en el proceso de manejo y tienen un porcentaje de efectividad comprobada y dependerá de la eficiencia del manejo, monitoreo e interpretación de resultados, que retroalimentarán el sistema de producción.

Por lo anterior, se identifican los siguientes procesos determinantes en la evolución de los escenarios ambientales a corto, mediano y largo plazo en el área de estudio:

- Estado de conservación actual de los ecosistemas marinos.
- Calidad de agua.
- Resiliencia y fragilidad de los ecosistemas.
- Desarrollo económico (Turismo)
- Vías de comunicación.

Tabla VII. 1. Proyección de Escenarios.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO SIN PROYECTO	ESCENARIO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACION
Estado de conservación actual de los ecosistemas marinos.	Actualmente el ecosistema marino en la zona del proyecto tiene un cierto y bajo grado de perturbación, ocasionado este por las condiciones naturales al estar relativamente cerca de la boca del estero La Cruz y por las actividades antropogénicas como la pesca, turismo, etc, afectando la zona bentónica de la zona. Sin embargo, de continuar el área sin la construcción de una obra de protección, se seguirán presentando afectaciones del oleaje incidente en la línea de costa, que está provocando una erosión importante de la línea de costa, que provoca una perdida de 50,000 m3 por año, como se dice en el estudio oceanográfico, en el Capitulo IV.	Se espera que con la instalación del proyecto se tenga una mejoría en la reducción de arrastres en la zona bentónica, aumento de la biomasa productiva, con la creación de nuevos nichos para distintas especies que se instalaran en los alrededores de la infraestructura. Adicionalmente como ya se comentó a lo largo del estudio, la obra perse, será una medida de mitigación para disminuir el problema de erosión costera que actualmente está presente en la barra del estero La Cruz.
Calidad de agua	Se mantendrán las mismas condiciones físico-químicas del agua	No se pronostican cambios significativos de la calidad del agua en la zona del proyecto, Se propone reducir el tiempo de permanencia de los equipos en la zona del proyecto para la instalación de los geotubos, además de un adecuado manejo de los residuos en las plataformas durante esta etapa.
Resiliencia y fragilidad de los ecosistemas.	Actualmente el medio natural absorbe los efectos de las actividades costeras y marinas como las actividades de pesca y turismo entre otras, lo que trae consigo la perdida de algunos componentes naturales del ecosistema, por otra parte, las condiciones oceanográficas naturales han ocasionado una pérdida importante de un sector de playa. Si las condiciones actuales siguen en la misma tendencia y sin tomar medidas de mitigación y de remediación para los impactos ocasionados, el ecosistema tendrá una baja resiliencia, lo que se traduce como una baja posibilidad para reestablecer su estructura o componente original.	Con el proyecto la presión sobre algunos recursos disminuirá, se crearán nuevos nichos ecológicos, aumentara la biomasa y la biodiversidad de la zona. Se tendrá una barrera física para las actuales actividades pesqueras hasta cierto punto inadecuadas. Por otra parte la barrera física será una barrera de protección para el sector de playa actualmente erosionado provocando a su vez su recuperación, misma que significa la propuesta de remediación para las actuales condiciones.

Desarrollo económico (Turismo)	Independientemente de que la producción pesquera en la zona del proyecto es baja por encontrarse muy cerca de la playa, las actividades turísticas representan un aspecto importante en la actividad económica, mismas que de continuar las condiciones actuales, es decir sin proyecto, el efecto del oleaje continuará erosionando el sector de playa dañado con el riesgo que, de ir avanzando hacia la boca del estero, las consecuencias no serán solo en deterioro de la economía, por la perdida de suelos de importancia para el desarrollo, sino que esos efectos pueden considerarse mayormente ambientales, por el riesgo de que la perdida de sedimentos pudiera llegar a ser de tal magnitud que sin duda modificaría la dinámica del estero La Cruz.	Con la presencia del proyecto se estima que las condiciones físicas del sector de playa erosionado mejoraran, lo que traerá consigo una atracción turística mayor hacia esa zona de Bahía Kino, consecuentemente la infraestructura existente y proyectada se revalorara (Hoteles, condominios, Unidades habitacionales, terrenos, etc), así como un incremento en la derrama económica en el sector. Por otra parte las actividades pesqueras turísticas en la zona del proyecto también se verán favorecidas. Primeramente las actividades pesqueras debido a que se prevé como al incremente de la biodiversidad por la creación de nuevos nichos alrededor de la obra de protección y por otro lado el sector recreativo turístico la obra se constituye como un sitio a visitar por bañistas y buceadores libres.
Vías de comunicación.	Actualmente no existe un apropiado control sobre las embarcaciones en la zona mismas que representan un riesgo alto de accidentes	El proyecto traerá consigo una especie de ordenamiento en el tráfico náutico y protección de la playa en la zona del proyecto, al crear una barrera protectora, con la señalización de precaución adecuadas conforme a la normatividad vigente.

VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

De acuerdo con los impactos identificados y las propuestas de mitigación, se plantea un programa de vigilancia ambiental que enumera de manera general los principales indicadores de seguimiento, para el control y verificación de la efectiva prevención, corrección o mitigación del impacto.

VII.2.1 Seguimiento del impacto sobre la calidad de agua

El plan de seguimiento de los parámetros en la columna de agua, tiene como objetivo la obtención de indicadores de la calidad del agua en la zona de llenado de los geotubos, que pueda dar una idea del efecto de la turbiedad en este medio. De acuerdo con los objetivos marcado anteriormente se proponen los siguientes parámetros indicadores:

- ✓ Inspección visual sobre la presencia de basuras en el agua procedentes de la playa, manchas de aceite, turbidez (visual), cadáveres de organismos.
- ✓ Medición de la concentración de clorofila como parámetro que aglutina en sí mismo la información del contenido en nutrientes en la columna de agua.
- ✓ Medición de la turbidez (NTU) y oxígeno disuelto.
- ✓ Cartografiado espacial en toda la columna de agua.
- ✓ Estudios específicos sobre los nutrientes (nitratos y fosfatos) y riesgo de bloom tóxicos de plancton (aumento de las especies tóxicas del plancton, fitoplancton y sedimentación).

VII.2.2. Seguimiento del impacto sobre el estado del sedimento

El plan de seguimiento de la calidad de los sedimentos, directamente influidos por los vertidos (tanto difusos como directos) tiene por objetivo comprobar:

- ✓ Estado visual y monitoreo a través de una campana de inmersiones con buzos que registren el fondo marino en zona del proyecto

- ✓ Seguimiento del reclutamiento de fauna y flora bentónica sobre la estructura.

- ✓ Seguimiento del reclutamiento de fauna pelágica en los alrededores de la estructura.

En los sistemas bentónicos, los desarrollos de grandes poblaciones de especies se ven favorecidas por las nuevas condiciones, acompañado de una simplificación de la estructura trófica y un aumento de biomasa de determinadas especies (Sala, 1996).

VII.3. CONCLUSIONES.

En términos generales podemos mencionar que el pronóstico ambiental derivado de una ejecución hipotética del proyecto, se traduce en que este sistema de barrera abierto no experimentará un efecto negativo. El proyecto mejorara las condiciones de la playa al favorecer su recuperación, así como aumentar la biodiversidad de la zona; y a la protección de obras en proceso y existentes como condominios, unidades y desarrollos habitacionales a través de la barrera de protección, incrementándose a su vez el atractivo turístico de ese sector de playa en Bahía Kino.

El Proyecto responde a una medida urgente para minimizar el proceso erosivo de la playa, de tal forma que corresponde a una herramienta de remediación, restauración y de conservación basado en los estudios oceanográficos realizados. El proyecto permitirá preservar los atributos naturales de la playa y la barra que da origen al humedal del estero La Cruz, así como la riqueza de especies y permitirá a su vez la recuperación de servicios ambientales y el incremento de la biodiversidad. La creación de nuevos atractivos turísticos será parte de los efectos benéficos con el establecimiento de este proyecto.

El Proyecto es congruente con los objetivos de la Política Ambiental Nacional, para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (PANDSOC), en el que se busca solventar las limitaciones y problemáticas sociales a través de diversos objetivos tácticos, entre los que destaca: Asegurar la protección, la conservación, el uso sustentable, y la restauración de los mares y las costas del país, de acuerdo a las características de la estructura y función de estos ecosistemas y los grupos sociales vinculados a ellos.

En este sentido el impulso al desarrollo turístico en Sonora beneficiará a diferentes estratos de la sociedad, dado que se generarán campos de aprovechamiento de los recursos naturales impulsado por los gobiernos estatal y federal.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Formatos de presentación

VIII.1.1. Planos de localización

Se incluyen planos del Proyecto ejecutivo en de formato electrónico (Disco Compacto) de la infraestructura a construir en el Anexo.

VIII.1.2. Fotografías de la zona del proyecto.

Se incluyen en el Anexo

VIII.1.3. Videos

Se incluyen en el Anexo

VIII.1.4. Bibliografía.

Se incluye el desglose de las consultas en el documento.

VIII.2. Glosario de términos

Para el desarrollo del documento se empleó el glosario de términos presentado en el Anexo de la guía para elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental de proyectos hidráulicos. Dicho glosario se presenta a continuación.

TIPOS DE IMPACTOS.

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

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

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

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

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

CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS.

Beneficioso o perjudicial. Positivo o negativo.

Duración. El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Importancia. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en al ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

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

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
Naturaleza del impacto. Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación. Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

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

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN.

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

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

SISTEMA AMBIENTAL.

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto - ambiente previstas.

Especies de difícil regeneración. Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

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

Daño a los ecosistemas. Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema. Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave. Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

TÉRMINOS APLICABLES AL PROYECTO.

Batimetría. Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

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

Línea de Bajamar: Línea más alejada de la tierra donde llega mayor flujo y reflujo donde llegan las aguas marinas a lo largo de las costas continentales o insulares de la nación.

Playa: Zona de material no consolidado que se extiende tierra adentro desde la línea de marea baja hasta el lugar donde se establece un cambio en material ó forma fisiográfica, ó

hasta la línea de vegetación permanente (generalmente el límite efectivo del oleaje de tormenta). El límite mar adentro de una playa, a menos que se especifique otra cosa, es el plano de marea baja.

Región Ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características Ecológicas comunes.

Ruta de navegación. Camino e itinerario de viaje de las embarcaciones.

IX. BIBLIOGRAFIA.

H. Ayuntamiento de Hermosillo, Plan de Desarrollo del Municipio de Hermosillo 2018-20121.

Booij, N., Ris, R. C., & Holthuijsen, L. H. (1999). A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation. *Journal of geophysical research: Oceans*, *104*(C4), 7649–7666.

Caliskan, H., & Valle-Levinson, A. (2008). Wind-wave transformations in an elongated bay. *Continental Shelf Research*, *28*(14), 1702–1710.

CEDES 2018. Programa de Ordenamiento ecológico Territorial de la Costa de Sonora. Reporte Final.

CITES. 1994. Guía de identificación de aves de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

Conesa, F.V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 385 pp.

CONAGUA 2008. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora.

Comisión Técnica Consultiva para la Determinación del Coeficiente de Agostadero (COTECOCA) 1989. Manual de los Tipos de Vegetación para el Estado de Sonora. SARH. México. 397 pp

Cruz Varela, J.A. 1989. Trasporte litoral durante invieron y verano en la Bahia de Kino, Sonora, Mexico. Tesis de Licenciaruta. Facultad de Ciencias Marinas, Uiversidad Autonoma de Baja California.

Cruz, C. E. P. (2010). Evaluación de la calidad del agua de mar en playas recreativas en el corredor turístico de Los Cabos, BCS.

Delft3D-FLOW. (2014). Delft3D-3D/2D modelling suite for integral water solutions-hydro-morphodynamic s. Deltares, Delft. Version, 3, 34158.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-054-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.

D.O.F., 1994. . Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-1994, que establece las condiciones que deben cumplir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Dworak, J. A., y Gómez-Valdés, J. (2003). Tide-induced residual current in a coastal lagoon of the Gulf of California. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 57(1–2), 99–109. https://doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00334-7

Edda Claudia Valpreda Sistema de información geográfica (sig)-teledetección y evaluación multicriterio (emc) en un estudio de evaluación de impacto ambiental (eia). Instituto de Cartografía, Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial (CIFOT),

Ficha Informativa de los Humedales RAMSAR (FIR)-Version 2009-2014

Gobierno del Estado de Sonora. 1990. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para el Estado de Sonora, Ley 217. Gobierno del Estado de Sonora, Sec. de Infraestructura Urbana y Ecología. Agua Prieta, Son. 62 p.

Gobierno del Estado de Sonora. 1992. Revista Ecológica "Fauna Sonorense", Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo Sonora 33 pp.

Gorrell, L., Raubenheimer, B., Elgar, S., & Guza, R. T. (2011). SWAN predictions of waves observed in shallow water onshore of complex bathymetry. *Coastal Engineering*, *58*(6), 510–516.

Hasselmann, D. E., Dunckel, M., & Ewing, J. A. (1980). Directional wave spectra observed during JONSWAP 1973. *Journal of physical oceanography*, *10*(8), 1264–1280.

INEGI, 2002. Sistema de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). México.

INEGI. 2000. Tabulados Básicos Sonora. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) tomos del I al V, México.

Instrumento para la conservación y manejo del sitio RAMSAR 2154"Humedales de la Laguna LA Cruz" Bahia de Kino, Sonora.

INEGI. 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. INEGI y Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, Son.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981.Carta uso de suelo y vegetación 1:250,000. INEGI. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981.Edafológica 1:250,000. INEGI. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica 1:250,000. INEGI. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981. Carta de Hidrología Subterránea 1:250,000. INEGI. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981. Carta de Hidrología Subterránea 1:250,000. INEGI. México.

INE, SEMARNAP. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisible de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. DOF 06 de agosto de 1999, Gaceta Ecológica, Número 50, México, pp. 80-84.

Isaac L. Howard (2011), Ed Trainer, Market Manager-Marine & Coastline, TenCate™ GeotubeUse of geotextile and geomembrane tubes to construct temporary walls in a flooded area.

Kim, M., Moler, M., Freem an, M., Filz, G.M., Plaut, R.H. (2005). “Stacked Geom embrane Tubes for Flood Control: Experim ents and Analysis,” Geosynthetics International , 12(5),253-25

Komar, P. D. (1998). *Beach processes and sedimentation* (2da. Ed.). Prentice Hall International (UK), Limited, London.

Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora (2009). Primera y Segunda Comisión de Gobernación y Puntos Constitucionales. Pág.6-29.

Larry W. Canter, 1998, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda Edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. 841 pp.

Leshchinsky, D., Leshchinsky, O., L ing, H.I., Gi lbert, P.A. (1996). “Geosynthetic Tubes for Confining Pressurized S lurry: Some Design Aspects,” Journal of Geotechnical Engineering, 122(8), 682-690.

Leopold, L.B., E. Clarke F., B. Hanshaw B. And J.R, Balsley. 1971. A. produce for evaluating environmental impact. U.S. Dept. Inter. Geol. Surv. Circ. 645. 13 pp.

Leshchinsky, D., Leshchinsky, O. (1996). Geosynthetic Pressurized Slurry (GeoCoPS) : Supplemental Notes for Version 1.0. Technical Report CPAR-GL-96-1, US Ar my Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, pp. 4

Longuet-Higgins, M. S. (1970). Longshore currents generated by obliquely incident sea waves- 1, 2. J Geophys Res, 75(33), 6778–6801. https://doi.org/10.1029/jc075i033p06790

López Pineda Leobardo. (2010).Riesgos Sísmico en ciudades del noroeste de México. Nuestra Tierra. “Número 13”. Pág. 4-10

Martínez Marlolejo Y.G 2018. Evaluación de Riesgos Geológicos en Bahía Kino, Sonora, México. Tesis de Mestría. Departamento de Geología. Universidad de Sonora.

Meyer-Peter, E., y Müller, R. (1948). Formulas for Bed-Load Transport. Proceedings of the 2nd Meeting of the International Association of Hydraulic Research, 39–64. https://doi.org/1948-06-07

Moreno, C., A. Weaver, L. Bourillón, J. Torre, J. Égido y M. Rojo. 2005. Diagnostico Ambiental y Socioeconómico de la Región Marina-Costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora, México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable. Comunidad y Biodiversidad, Asociación Civil. Guaymas, Sonora, México.

Murray Turoff and Harold A. Linstone, 2002. A Primer for a New Cross-Impact Language—KSIM. Copyright © 1972 by American Elsevier Publishing Company, Inc.Reprinted from. Technological Forecasting and social Change 4 (192) with permimion of American Elsevier.

Pope, J., y Dean, J. L. (1987). Development of Design Criteria for Segmented Breakwaters. Proceedings of the Coastal Engineering Conference, 3, 2144–2158. https://doi.org/10.1061/9780872626003.158

Pope, J., y Rowen, D. D. (1983). Breakwaters for beach protection at Lorain (Ohio), OH. Coastal structures ’83. Proc. conference, (ASCE, New York), 753–768.

Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.

Ris, R. C., Holthuijsen, L. H., & Booij, N. (1999). A third-generation wave model for coastal regions: 2. Verification. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *104*(C4), 7667–7681.

SEMARNAP. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. SEMARNAP. México, D.F.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 06 de Marzo.

Silva Vázquez R.E., 2003, Predicción del Cambio de Calidad Ambiental en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro por medio de un modelo de simulación. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

SGM. 2018. Cartografía Geológica de la Costa de Hermosillo. GeoInfoMex, El Banco de Datos del Servicio Geológico Mexicano. Página web: https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/. Consultado el 06 de junio de 2019.

Terzaghi, K., Peck, R.B., Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons, Inc, New York, NY

Tolman, H. L. (1991). A third-generation model for wind waves on slowly varying, unsteady, and inhomogeneous depths and currents. *Journal of Physical Oceanography*, *21*(6), 782–797.

Tyagi, V.K., Mandal, J.N. (2004). “Physical and Numerical Modeling of Stacked Geotubes Subjected to Dynam ic Loads,” Proceedings o f Civil Eng ineering in the Oceans V I, ASCE, Baltimore, MD, 356-365.

Valdez-Holguín, J.E. y L. R. Martínez-Córdoba. 1993. Variabilidad de algunos parámetros fisicoquímicos y productividad primaria en la laguna La Cruz, Sonora, México. Rev. Biol. Trop., 41 (2): 161-179.

Valdez-Holguín, J.E. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxigeno disuelto y clorofila α, en una laguna hipersalina del Golfo de California. Ciencias Marinas 20 (2): 123-137.

Booij, N., Ris, R. C., & Holthuijsen, L. H. (1999). A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation. *Journal of geophysical research: Oceans*, *104*(C4), 7649–7666.

Caliskan, H., & Valle-Levinson, A. (2008). Wind-wave transformations in an elongated bay. *Continental Shelf Research*, *28*(14), 1702–1710.

Cruz, C. E. P. (2010). Evaluación de la calidad del agua de mar en playas recreativas en el corredor turístico de Los Cabos, BCS.

Delft3D-FLOW. (2014). Delft3D-3D/2D modelling suite for integral water solutions-hydro-morphodynamic s. Deltares, Delft. Version, 3, 34158.

Dworak, J. A., y Gómez-Valdés, J. (2003). Tide-induced residual current in a coastal lagoon of the Gulf of California. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 57(1–2), 99–109. https://doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00334-7

Gorrell, L., Raubenheimer, B., Elgar, S., & Guza, R. T. (2011). SWAN predictions of waves observed in shallow water onshore of complex bathymetry. *Coastal Engineering*, *58*(6), 510–516.

Hasselmann, D. E., Dunckel, M., & Ewing, J. A. (1980). Directional wave spectra observed during JONSWAP 1973. *Journal of physical oceanography*, *10*(8), 1264–1280.

Kim, M., Moler, M., Freem an, M., Filz, G.M., Plaut, R.H. (2005). “Stacked Geom embrane Tubes for Flood Control: Experim ents and Analysis,” Geosynthetics International , 12(5),253-25

Komar, P. D. (1998). *Beach processes and sedimentation* (2da. Ed.). Prentice Hall International (UK), Limited, London.

Isaac L. Howard (2011), Ed Trainer, Market Manager-Marine & Coastline, TenCate™ GeotubeUse of geotextile and geomembrane tubes to construct temporary walls in a flooded area.

Leshchinsky, D., Leshchinsky, O., L ing, H.I., Gi lbert, P.A. (1996). “Geosynthetic Tubes for Confining Pressurized S lurry: Some Design Aspects,” Journal of Geotechnical

Engineering, 122(8), 682-690.

Leshchinsky, D., Leshchinsky, O. (1996). Geosynthetic Pressurized Slurry (GeoCoPS) : Supplemental Notes for Version 1.0. Technical Report CPAR-GL-96-1, US Ar my Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, pp. 4

Longuet-Higgins, M. S. (1970). Longshore currents generated by obliquely incident sea waves- 1, 2. J Geophys Res, 75(33), 6778–6801. https://doi.org/10.1029/jc075i033p06790

Meyer-Peter, E., y Müller, R. (1948). Formulas for Bed-Load Transport. Proceedings of the 2nd Meeting of the International Association of Hydraulic Research, 39–64. https://doi.org/1948-06-07

Pope, J., y Dean, J. L. (1987). Development of Design Criteria for Segmented Breakwaters. Proceedings of the Coastal Engineering Conference, 3, 2144–2158. https://doi.org/10.1061/9780872626003.158

Pope, J., y Rowen, D. D. (1983). Breakwaters for beach protection at Lorain (Ohio), OH. Coastal structures ’83. Proc. conference, (ASCE, New York), 753–768.

Ris, R. C., Holthuijsen, L. H., & Booij, N. (1999). A third-generation wave model for coastal regions: 2. Verification. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *104*(C4), 7667–7681.

Terzaghi, K., Peck, R.B., Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons, Inc, New York, NY

Tolman, H. L. (1991). A third-generation model for wind waves on slowly varying, unsteady, and inhomogeneous depths and currents. *Journal of Physical Oceanography*, *21*(6), 782–797.

Tyagi, V.K., Mandal, J.N. (2004). “Physical and Numerical Modeling of Stacked Geotubes Subjected to Dynam ic Loads,” Proceedings o f Civil Eng ineering in the Oceans V I, ASCE, Baltimore, MD, 356-365.

Zijlema, M. (2010). Computation of wind-wave spectra in coastal waters with SWAN on unstructured grids. *Coastal Engineering*, *57*(3), 267–277.

Paginas de Internet.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

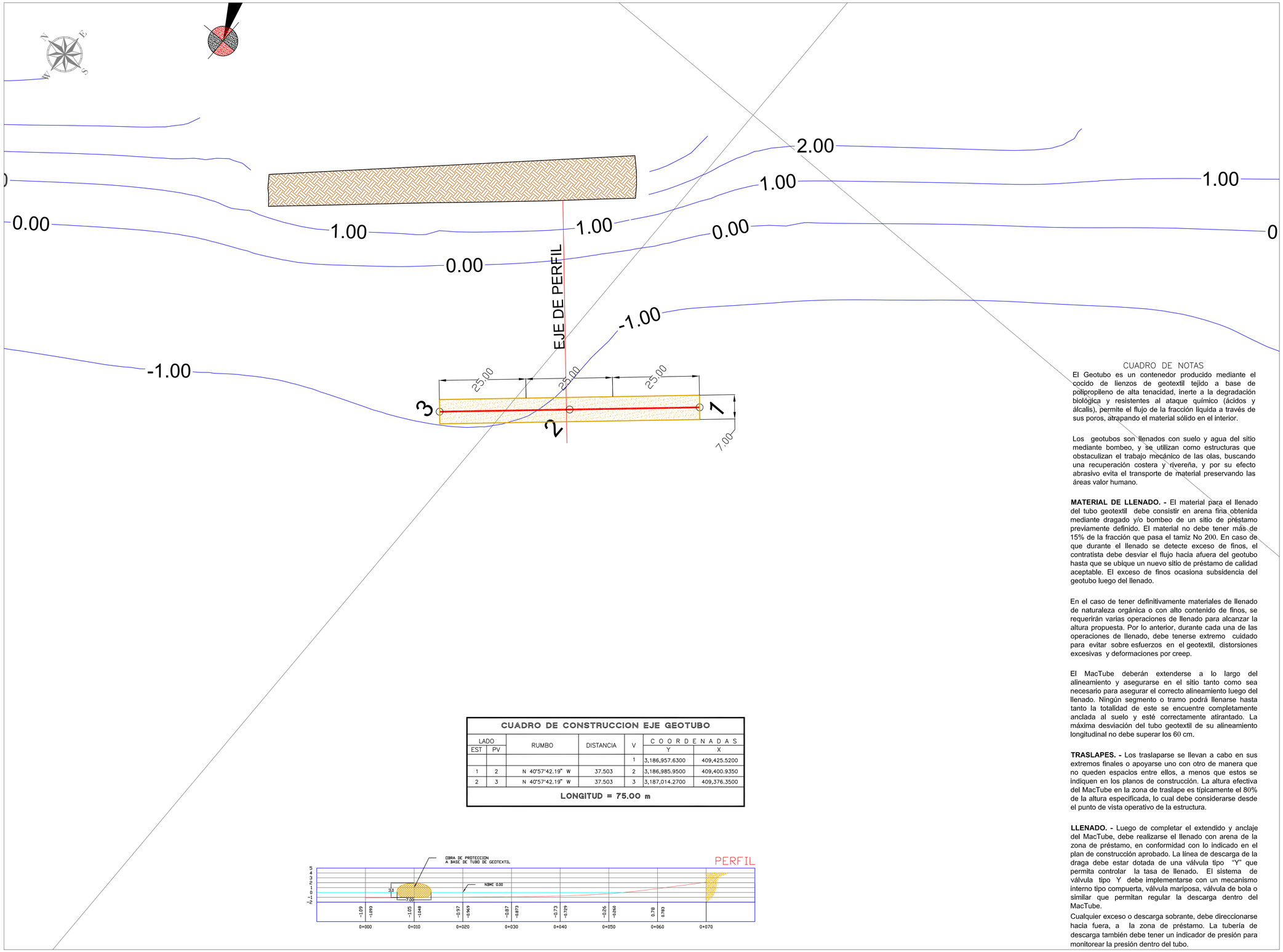
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html

ANEXO 1
DOCUMENTOS DE IDENTIFICACION DEL PROMOVENTE

ANEXO 2
PLANOS DEL PRYECTO EJECUTIVO DE LA OBRA DE PROTECCION

ANEXO 2
PLANOS DEL PROYECTO EJECUTIVO



CUADRO DE NOTAS

El Geotubo es un contenedor producido mediante el cocido de lienzos de geotextil tejido a base de polipropileno de alta tenacidad, inerte a la degradación biológica y resistentes al ataque químico (ácidos y álcalis), permite el flujo de la fracción liquida a través de sus poros, atrapando el material sólido en el interior.

Los geotubos son llenados con suelo y agua del sitio mediante bombeo, y se utilizan como estructuras que obstaculizan el trabajo mecánico de las olas, buscando una recuperación costera y rivereña, y por su efecto abrasivo evita el transporte de material preservando las áreas valor humano.

MATERIAL DE LLENADO. - El material para el llenado del tubo geotextil debe consistir en arena fina obtenida mediante dragado y/o bombeo de un sitio de préstamo previamente definido. El material no debe tener más de 15% de la fracción que pasa el tamiz No 200. En caso de que durante el llenado se detecte exceso de finos, el contratista debe desviar el flujo hacia afuera del geotubo hasta que se ubique un nuevo sitio de préstamo de calidad aceptable. El exceso de finos ocasiona subsidencia del geotubo luego del llenado.

En el caso de tener definitivamente materiales de llenado de naturaleza orgánica o con alto contenido de finos, se requerirán varias operaciones de llenado para alcanzar la altura propuesta. Por lo anterior, durante cada una de las operaciones de llenado, debe tenerse extremo cuidado para evitar sobre esfuerzos en el geotextil, distorsiones excesivas y deformaciones por creep.

El MacTube deberán extenderse a lo largo del alineamiento y asegurarse en el sitio tanto como sea necesario para asegurar el correcto alineamiento luego del llenado. Ningún segmento o tramo podrá llenarse hasta tanto la totalidad de este se encuentre completamente anclada al suelo y esté correctamente atirantado. La máxima desviación del tubo geotextil de su alineamiento longitudinal no debe superar los 60 cm.

TRASLAPES. - Los traslaparse se llevan a cabo en sus extremos finales o apoyarse uno con otro de manera que no queden espacios entre ellos, a menos que estos se indiquen en los planos de construcción. La altura efectiva del MacTube en la zona de traslape es típicamente el 80% de la altura especificada, lo cual debe considerarse desde el punto de vista operativo de la estructura.

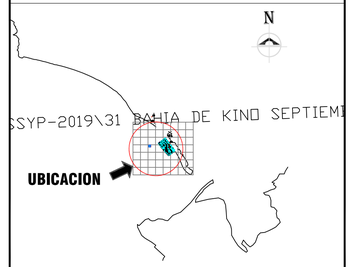
LLENADO. - Luego de completar el extendido y anclaje del MacTube, debe realizarse el llenado con arena de la zona de préstamo, en conformidad con lo indicado en el plan de construcción aprobado. La línea de descarga de la draga debe estar dotada de una válvula tipo "Y" que permita controlar la tasa de llenado. El sistema de válvula tipo Y debe implementarse con un mecanismo interno tipo compuerta, válvula mariposa, válvula de bola o similar que permitan regular la descarga dentro del MacTube.

Cualquier exceso o descarga sobrante, debe direccionarse hacia fuera, a la zona de préstamo. La tubería de descarga también debe tener un indicador de presión para monitorear la presión dentro del tubo.

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

LOCALIZACION:



BAHÍA DE KINO

CUADRO DE NOTAS

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SE REALIZO DURANTE LOS DIAS 25,26 DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2020.
- LAS ACOTACIONES Y DISTANCIAS ESTAN EN METROS.
- LA ELEVACION ESTAN REFERIDAS AL NBMI
- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO CON ECOSONDA DOBLE FRECUENCIA SYQWEST HYDROBOX
- EL BANCO DE NIVEL SE DETERMINO CON EQUIPO GPS DOBLE FRECUENCIA RB GNSS, MARCA TRIMBLE, MODO RTK
- EL SISTEMA DE COORDENADAS ES U.T.M (WGS84) ZONA 12 NORTE.
- EL LEVANTAMIENTO SE APOYO ALTIMETRICAMENTE EN PLACA EXISTENTE SCT

REFERENCIAS

VERTICE	SISTEMA WGS84 COORDENADAS UTM X	Y	N.B.M.I. Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

SIMBOLOGÍA

MOJONERA

CURVA PRIMARIA

CURVA SECUNDARIA

1.50 COTA DE ISÓBATAS

PUNTO GPS

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 m

OCEANUS SUPERVISION Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

LEVANTÓ Y CALCULÓ:	RESPONSABLE DEL PROYECTO:
ING. ANALBERTO DAVALOS	ING. MOISES FLORES BONILLA CED. 6370689

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
DETALLES GEOTUBO

PROPIETARIO:

DIRECCION:

TIPO DE PLANO:		PLANO No.
TOPOGRAFICO		PT-BAT-04 /05
FECHA: SEP, 2020.	ESCALA: 1 : 500	ARCHIVO: BATIMETRIA-KINO1.DWG

409500.0000

410000.0000

3187500.0000

3186500.0000

408500.0000

409000.0000

PC1 (BASE)
X = 409418.0930
Y = 3187130.8600
Z = 12.8150 (NBMI)

CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500

LONGITUD = 75.00 m

EJE DE PERFIL

PERFIL

OBRA DE PROTECCION
A BASE DE TUBO DE GEOTEXTIL

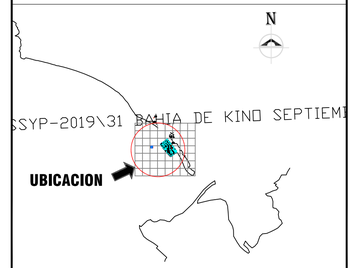
NBMI 0.00

3.0

7.00

-1.09	-1.05	-0.97	-0.87	-0.73	-0.26	0.78			
-1.093	-1.048	-0.969	-0.873	-0.729	-0.264	0.783			
0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070		

LOCALIZACION:



BAHÍA DE KINO

CUADRO DE NOTAS

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SE REALIZO DURANTE LOS DIAS 25,26 DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2020.
- LAS ACOTACIONES Y DISTANCIAS ESTAN EN METROS.
- LA ELEVACION ESTAN REFERIDAS AL NBMI
- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO CON ECOSONDA DOBLE FRECUENCIA SYQWEST HYDROBOX
- EL BANCO DE NIVEL SE DETERMINO CON EQUIPO GPS DOBLE FRECUENCIA RB GNSS, MARCA TRIMBLE, MODO RTK
- EL SISTEMA DE COORDENADAS ES U.T.M (WGS84) ZONA 12 NORTE.
- EL LEVANTAMIENTO SE APOYO ALTIMETRICAMENTE EN PLACA EXISTENTE SCT

REFERENCIAS

VERTICE	SISTEMA WGS84		
	COORDENADAS UTM		N.B.M.I.
	X	Y	Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

SIMBOLOGÍA

MOJONERA

CURVA PRIMARIA

CURVA SECUNDARIA

-1.50 COTA DE ISÓBATAS

PUNTO GPS

ESCALA GRÁFICA

0 50 100 Metros

OCEANUS SUPERVISION Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

LEVANTÓ Y CALCULÓ:

ING. ANALBERTO DAVALOS

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

ING. MOISES FLORES BONILLA
CED. 6370689

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
CURVAS DE NIVEL

PROPIETARIO:

DIRECCION:

TIPO DE PLANO: TOPOGRAFICO

PLANO No. PT-BAT-01 /05

FECHA: SEP, 2020.

ESCALA: 1 : 1,750

ARCHIVO: BATIMETRIA-KINO1.DWG

409500.0000

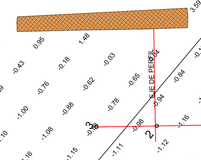
410000.0000

3187500.0000

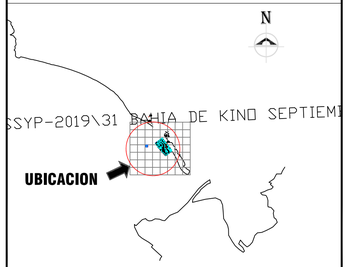
3186500.0000

409000.0000

PC1 (BASE)
X = 409418.0930
Y = 3187130.8600
Z = 12.8150 (NBMI)



LOCALIZACION:



BAHÍA DE KINO

CUADRO DE NOTAS

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SE REALIZO DURANTE LOS DIAS 25,26 DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2020.
- LAS ACOTACIONES Y DISTANCIAS ESTAN EN METROS.
- LA ELEVACION ESTAN REFERIDAS AL NBMI
- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO CON ECOSONDA DOBLE FRECUENCIA SYQWEST HYDROBOX
- EL BANCO DE NIVEL SE DETERMINO CON EQUIPO GPS DOBLE FRECUENCIA RB GNSS, MARCA TRIMBLE, MODO RTK
- EL SISTEMA DE COORDENADAS ES U.T.M (WGS84) ZONA 12 NORTE.
- EL LEVANTAMIENTO SE APOYO ALTIMETRICAMENTE EN PLACA EXISTENTE SCT

REFERENCIAS

VERTICE	SISTEMA WGS84		
	COORDENADAS UTM		N.B.M.I.
	X	Y	Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

SIMBOLOGÍA

MOJONERA

CURVA PRIMARIA

CURVA SECUNDARIA

-1.50 COTA DE ISÓBATAS

PUNTO GPS

ESCALA GRÁFICA

0 50 100 Metros

OCEANUS SUPERVISION Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

LEVANTÓ Y CALCULÓ:
ING. ANALBERTO DAVALOS

RESPONSABLE DEL PROYECTO:
ING. MOISES FLORES BONILLA
CED. 6370985

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
FIJAS BATIMETRICAS

PROPIETARIO:

DIRECCION:

TIPO DE PLANO: TOPOGRAFICO

PLANO No. PT-BAT-02 /05

FECHA: SEP, 2020.

ESCALA: 1 : 1,750

ARCHIVO: BATIMETRIA-KINO1.DWG

409500.0000

410000.0000

3187500.0000

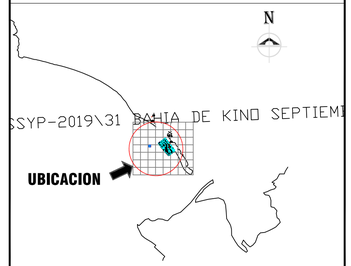
3186500.0000

409000.0000

PC1 (BASE)
X = 409418.0930
Y = 3187130.8600
Z = 12.8150 (NBMI)

Elevations Table				
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Area	Color
1	-2.50	-2.00	9062.93	
2	-2.00	-1.50	224220.71	
3	-1.50	-1.00	361130.78	
4	-1.00	-0.50	23615.86	
5	-0.50	0.00	10001.38	
6	0.00	0.50	7211.16	
7	0.50	1.00	6029.60	
8	1.00	1.50	6106.13	
9	1.50	2.00	4029.40	
10	2.00	2.50	3605.30	
11	2.50	3.00	3405.90	
12	3.00	3.50	1902.34	
13	3.50	4.00	1243.85	
14	4.00	4.50	22.17	

LOCALIZACION:



BAHÍA DE KINO

CUADRO DE NOTAS

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SE REALIZO DURANTE LOS DIAS 25,26 DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2020.
- LAS ACOTACIONES Y DISTANCIAS ESTAN EN METROS.
- LA ELEVACION ESTAN REFERIDAS AL NBMI
- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO CON ECOSONDA DOBLE FRECUENCIA SYQWEST HYDROBOX
- EL BANCO DE NIVEL SE DETERMINO CON EQUIPO GPS DOBLE FRECUENCIA R8 GNSS, MARCA TRIMBLE, MODO RTK
- EL SISTEMA DE COORDENADAS ES U.T.M (WGS84) ZONA 12 NORTE.
- EL LEVANTAMIENTO SE APOYO ALTIMETRICAMENTE EN PLACA EXISTENTE SCT

REFERENCIAS

VERTICE	SISTEMA WGS84		
	COORDENADAS UTM		N.B.M.I.
	X	Y	Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

SIMBOLOGÍA

MOJONERA

CURVA PRIMARIA

CURVA SECUNDARIA

-1.50 COTA DE ISÓBATAS

PUNTO GPS

ESCALA GRÁFICA

0 50 100 Metros

OCEANUS SUPERVISION Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

LEVANTÓ Y CALCULÓ:

ING. ANALBERTO DAVALOS

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

ING. MOISES FLORES BONILLA
CED. 6370985

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
ESQUEMA DE ELEVACIONES

PROPIETARIO:

DIRECCION:

TIPO DE PLANO: TOPOGRAFICO

PLANO No. PT-BAT-03 /05

FECHA: SEP, 2020.

ESCALA: 1 : 1,750

ARCHIVO: BATIMETRIA-KINO1.DWG

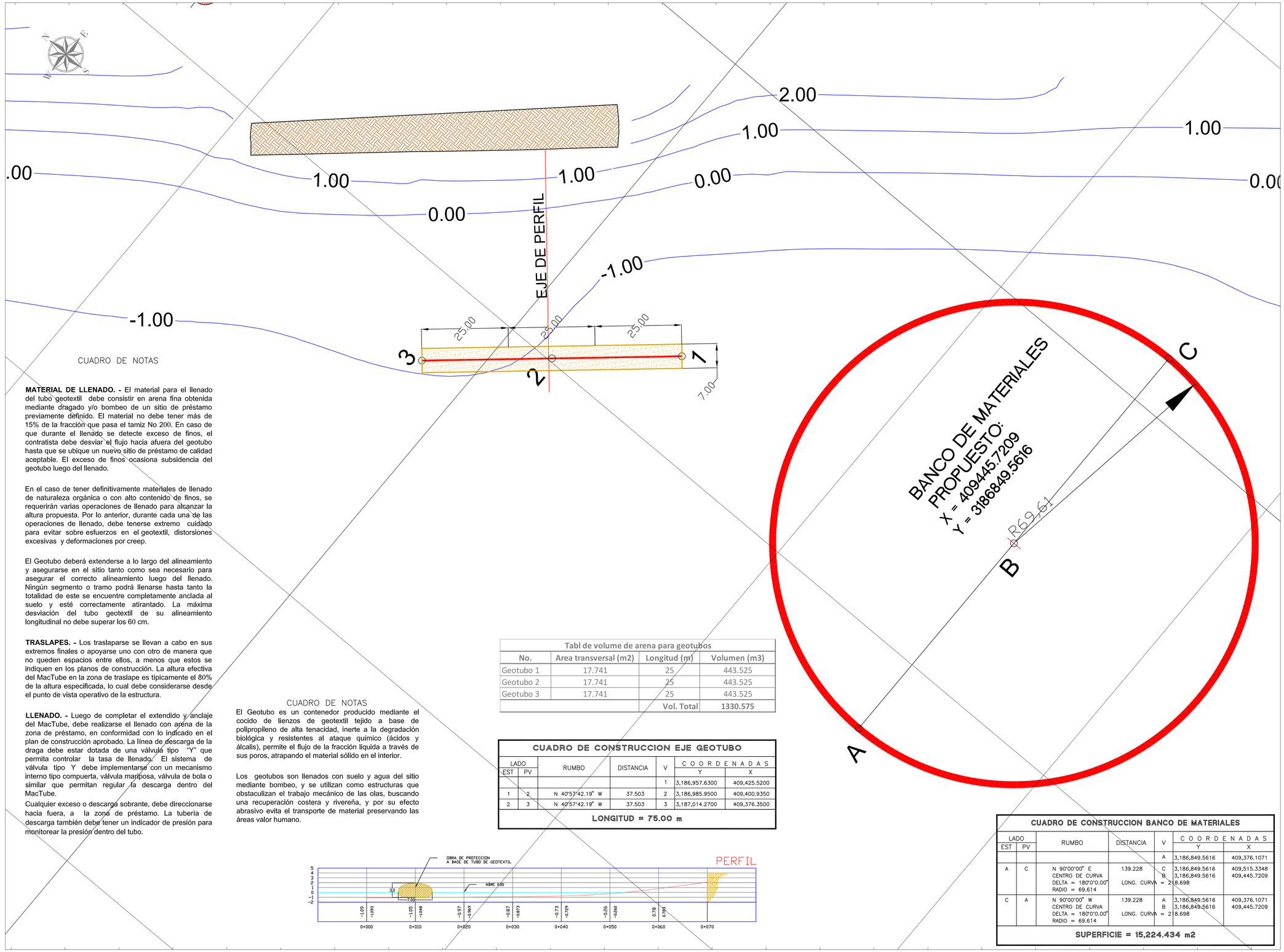
409400.0000 409500.0000 409600.0000

3187100.0000

3187000.0000

3186800.0000

409200.0000 409300.0000 409400.0000



CUADRO DE NOTAS

MATERIAL DE LLENADO. - El material para el llenado del tubo geotextil debe consistir en arena fina obtenida mediante dragado y/o bombeo de un sitio de préstamo previamente definido. El material no debe tener más de 15% de la fracción que pasa el tamiz No 200. En caso de que durante el llenado se detecte exceso de finos, el contratista debe desviar el flujo hacia afuera del geotubo hasta que se ubique un nuevo sitio de préstamo de calidad aceptable. El exceso de finos ocasiona subsidencia del geotubo luego del llenado.

En el caso de tener definitivamente materiales de llenado de naturaleza orgánica o con alto contenido de finos, se requerirán varias operaciones de llenado para alcanzar la altura propuesta. Por lo anterior, durante cada una de las operaciones de llenado, debe tenerse extremo cuidado para evitar sobre esfuerzos en el geotextil, distorsiones excesivas y deformaciones por creep.

El Geotubo deberá extenderse a lo largo del alineamiento y asegurarse en el sitio tanto como sea necesario para asegurar el correcto alineamiento luego del llenado. Ningún segmento o tramo podrá llenarse hasta tanto la totalidad de este se encuentre completamente anclada al suelo y esté correctamente atirantado. La máxima desviación del tubo geotextil de su alineamiento longitudinal no debe superar los 60 cm.

TRASLAPES. - Los traslaparse se llevan a cabo en sus extremos finales o apoyarse uno con otro de manera que no queden espacios entre ellos, a menos que estos se indiquen en los planos de construcción. La altura efectiva del MacTube en la zona de traslape es típicamente el 80% de la altura especificada, lo cual debe considerarse desde el punto de vista operativo de la estructura.

LLENADO. - Luego de completar el extendido y anclaje del MacTube, debe realizarse el llenado con arena de la zona de préstamo, en conformidad con lo indicado en el plan de construcción aprobado. La línea de descarga de la draga debe estar dotada de una válvula tipo "Y" que permita controlar la tasa de llenado. El sistema de válvula tipo Y debe implementarse con un mecanismo interno tipo compuerta, válvula mariposa, válvula de bola o similar que permitan regular la descarga dentro del MacTube.

Cualquier exceso o descarga sobrante, debe direccionarse hacia fuera, a la zona de préstamo. La tubería de descarga también debe tener un indicador de presión para monitorear la presión dentro del tubo.

CUADRO DE NOTAS

El Geotubo es un contenedor producido mediante el cocido de lienzos de geotextil tejido a base de polipropileno de alta tenacidad, inerte a la degradación biológica y resistentes al ataque químico (ácidos y álcalis), permite el flujo de la fracción liquida a través de sus poros, atrapando el material sólido en el interior.

Los geotubos son llenados con suelo y agua del sitio mediante bombeo, y se utilizan como estructuras que obstaculizan el trabajo mecánico de las olas, buscando una recuperación costera y rivereña, y por su efecto abrasivo evita el transporte de material preservando las áreas valor humano.

Tabl de volume de arena para geotubos			
No.	Area transversal (m2)	Longitud (m)	Volumen (m3)
Geotubo 1	17.741	25	443.525
Geotubo 2	17.741	25	443.525
Geotubo 3	17.741	25	443.525
		Vol. Total	1330.575

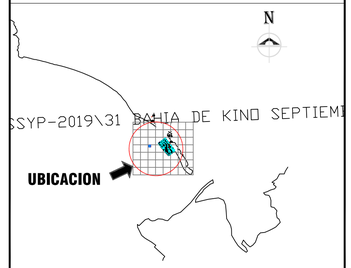
CUADRO DE CONSTRUCCION EJE GEOTUBO

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	3,186,957.6300	409,425.5200
1	2	N 40°57'42.19" W	37.503	2	3,186,985.9500	409,400.9350
2	3	N 40°57'42.19" W	37.503	3	3,187,014.2700	409,376.3500
LONGITUD = 75.00 m						

CUADRO DE CONSTRUCCION BANCO DE MATERIALES

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				A	3,186,849.5616	409,376.1071
A	C	N 90°00'00" E CENTRO DE CURVA DELTA = 180°0'0.00" RADIO = 69.614	139.228 LONG. CURVA = 218.698	C B	3,186,849.5616 3,186,849.5616	409,515.3348 409,445.7209
C	A	N 90°00'00" W CENTRO DE CURVA DELTA = 180°0'0.00" RADIO = 69.614	139.228 LONG. CURVA = 218.698	A B	3,186,849.5616 3,186,849.5616	409,376.1071 409,445.7209
SUPERFICIE = 15,224.434 m2						

LOCALIZACION:



BAHÍA DE KINO

CUADRO DE NOTAS

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SE REALIZO DURANTE LOS DIAS 25,26 DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2020.
- LAS ACOTACIONES Y DISTANCIAS ESTAN EN METROS.
- LA ELEVACION ESTAN REFERIDAS AL NBMI
- EL LEVANTAMIENTO FUE REALIZADO CON ECOSONDA DOBLE FRECUENCIA SYQWEST HYDROBOX
- EL BANCO DE NIVEL SE DETERMINO CON EQUIPO GPS DOBLE FRECUENCIA RB GNSS, MARCA TRIMBLE, MODO RTK
- EL SISTEMA DE COORDENADAS ES U.T.M (WGS84) ZONA 12 NORTE.
- EL LEVANTAMIENTO SE APOYO ALTIMETRICAMENTE EN PLACA EXISTENTE SCT

REFERENCIAS

VERTICE	SISTEMA WGS84 COORDENADAS UTM X	Y	N.B.M.I. Z
PC1 (BASE)	409,418.093	3,187,130.860	12.815
PLACA SCT	408,165.672	3188,491.960	3.233

SIMBOLOGÍA

MOJONERA

CURVA PRIMARIA

CURVA SECUNDARIA

-1.50 COTA DE ISÓBATAS

PUNTO GPS

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 m

OCEANUS SUPERVISION Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

LEVANTÓ Y CALCULÓ: ING. ANALBERTO DAVALOS

RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. MOISES FLORES BONILLA CED: 6370887

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
BANCO DE MATERIALES

PROPIETARIO:

DIRECCION:

TIPO DE PLANO: TOPOGRAFICO

PLANO No. PT-BAT-05 /05

FECHA: SEP, 2020.

ESCALA: 1 : 500

ARCHIVO: BATIMETRIA-KINO1.DWG

ANEXO 3
MEMORIA FOTOGRAFICA

ANEXO FOTOGRAFICO.

- Estas imágenes corresponden a un vuelo con Dron Mavic Profesional, con la finalidad de mostrar las condiciones que tiene la línea de costa frente al sitio seleccionado para la construcción de la obra de protección costera.

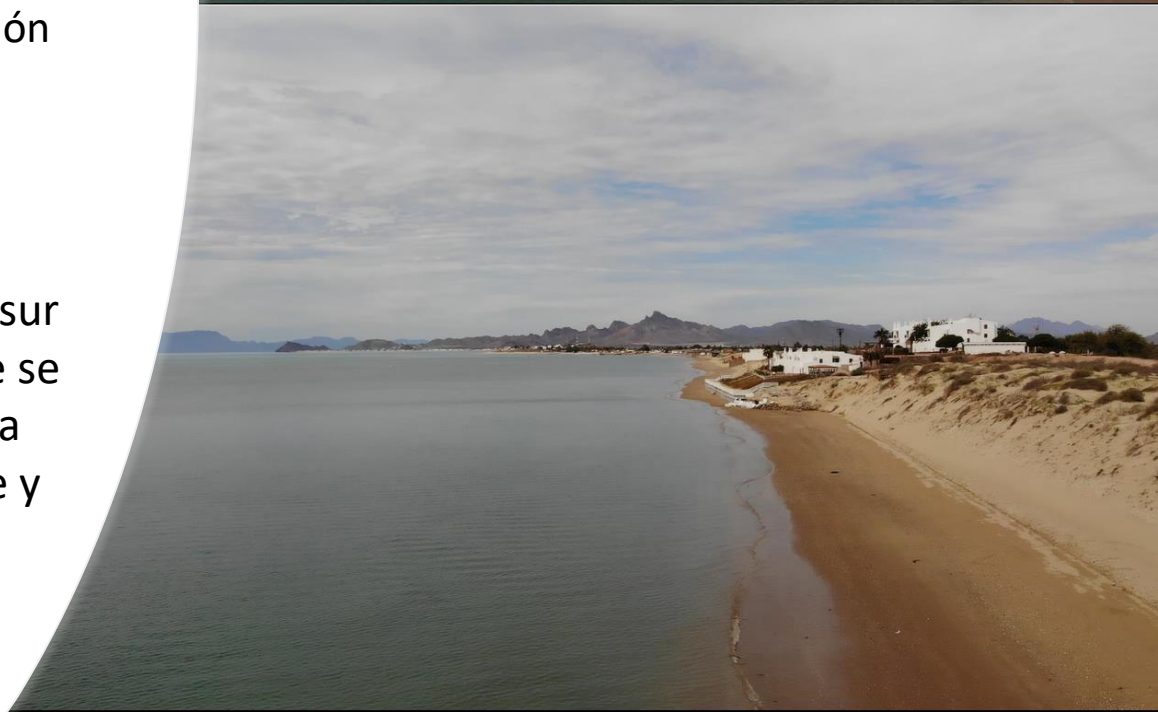


Figura 1 Y 2 Porción de la costa al sur de condominios Jacquelynn donde se aprecia claramente el área de playa erosionada por la acción del oleaje y las corrientes.

Figura 3. Zona marina frente al muro de contención de Condominios Jacquelynn.

Figura 4. Zona marina donde se muestra la porción norte del muro de contención de Condominios Jacquelynn y la porción de la duna al norte del mencionado muro.

Figura 5. Imagen tomada del Dron hacia la Isla Alcatraz, posicionado sobre la zona donde será construida la obra.

Figura 6. Imagen tomada del Dron hacia el sur, dejando ver la totalidad de la barra del estero. El punto del toma de la imagen es aproximadamente sobre la zona donde será construida la obra.

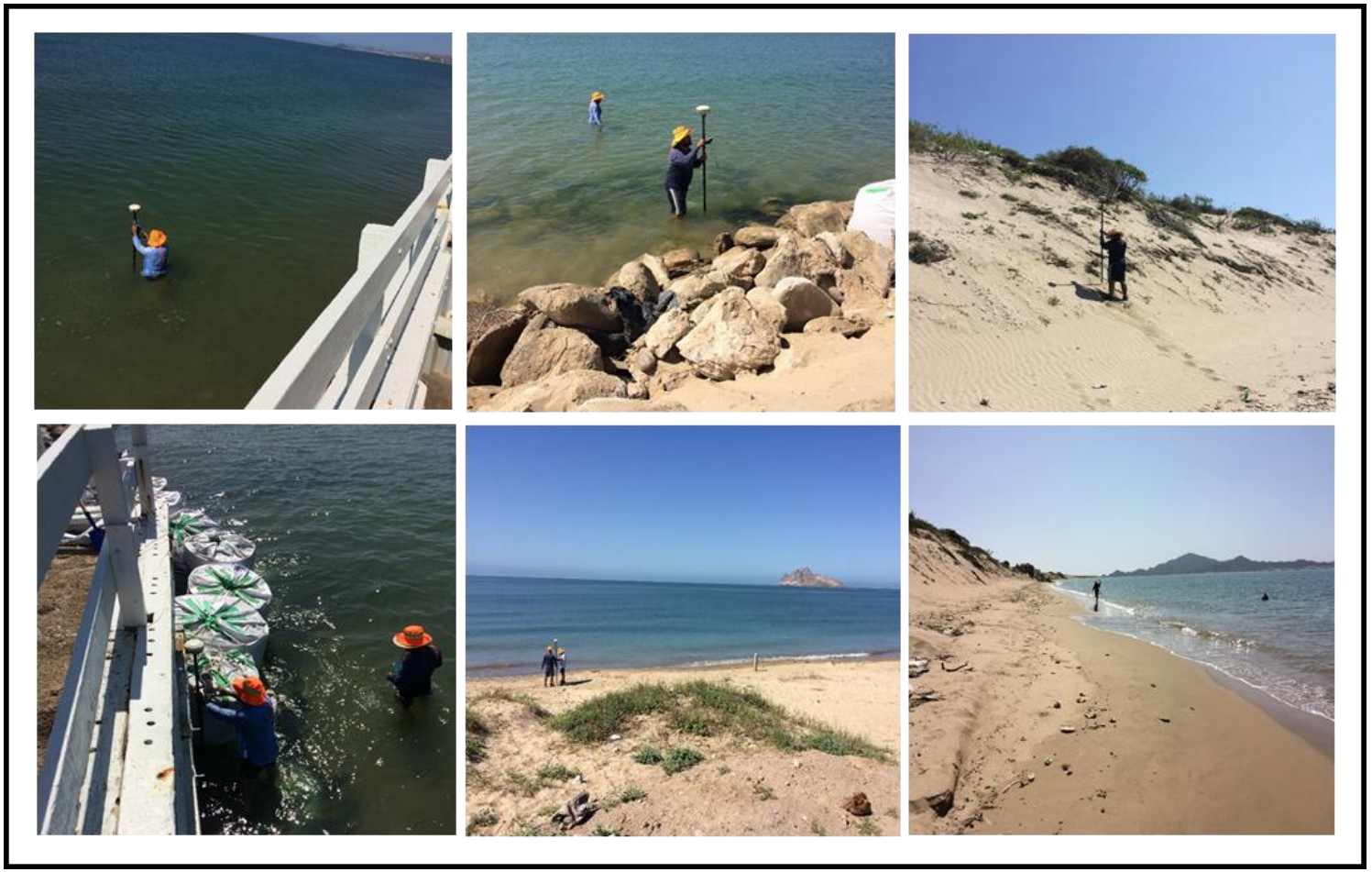
Figura 7. Imagen tomada del Dron hacia el norte, donde se observan los daños de la erosión por el oleaje y corrientes sobre la duna.

Figura 8. Imagen tomada del Dron hacia el sur, donde se observan los daños ocasionados por erosión por el oleaje y corrientes sobre la duna.

Figura 9. Imagen tomada del Dron hacia el sur, donde se observan los daños en construcciones por la perdiad de sedimentos de la playa como resultado de la acción del oleaje y corrientes.

Figura 9. Imágenes compuestas para mostrar Punta Hueso de Ballena al Sur y la Isla Alcatraz al Norte, dejando ver claramente el área por donde fue identificado el ingreso del oleaje del S-SW hacia el punto de la obra.

FOTOGRAFIAS DURANTE EL TRABAJO DE TOPOGRAFIA Y BATIMETRIA

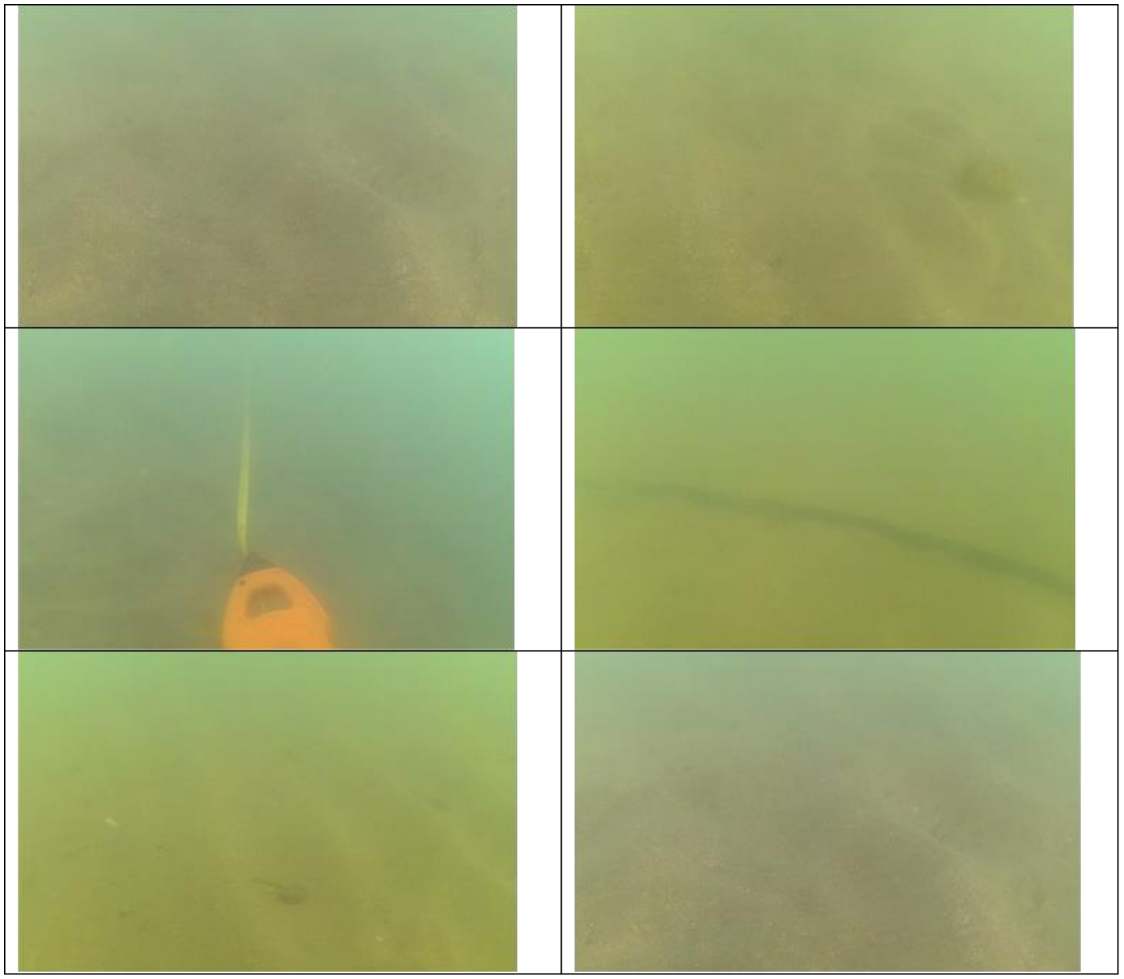


Imágenes del levantamiento topográfico de los perfiles de playa.

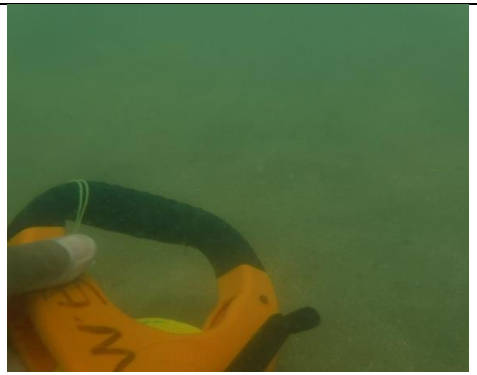
Imágenes del levantamiento batimetrico.

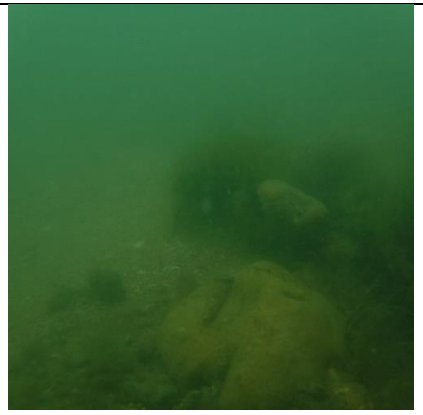
FOTOGRAFIAS TOMADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DEL FONDO MARINO

Personal con equipo y materiales especiales para llevar a cabo las inmersiones en el estudio del medio marino.



Fotografías tomadas durante la realización de los transectos del estudio del medio marino en sitio de la obra.





Fotografías tomadas durante la realización de los transectos del estudio del medio marino en la zona de la obra.

MECANICA DE SUELOS DEL FONDO MARINO Y LA PLAYA

ANEXO 4
MODELO DE PROPAGACION DEL OLEJA DE AGUAS PROFUNDAS A AGUAS SOMERAS.

ANEXO 4

Propagación del oleaje de aguas profundas hacia aguas intermedias y someras mediante el modelo numérico espectral SWAN

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del norte desde aguas profundas. 4

Figura 2. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección norte. La escala de colores representa la altura significante en metros. 4

Figura 3. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del nor-noroeste desde aguas profundas. 5

Figura 4. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección nor-noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 5

Figura 5. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del noroeste desde aguas profundas. 6

Figura 6. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 6

Figura 7. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste-noroeste desde aguas profundas. 7

Figura 8. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste-noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 7

Figura 9. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste desde aguas profundas. 8

Figura 10. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 8

Figura 11. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste-suroeste desde aguas profundas. 9

Figura 12. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste-suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 9

Figura 13. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del suroeste desde aguas profundas. 10

Figura 14. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 10

Figura 15. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur-suroeste desde aguas profundas. 11

Figura 16. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur-suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 11

Figura 17. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur desde aguas profundas. 12

Figura 18. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur. La escala de colores representa la altura significante en metros. 12

Figura 19. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur-sureste desde aguas profundas. 13

Figura 20. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur-sureste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 13

Figura 21. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sureste desde aguas profundas. 14

Figura 22 Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sureste. La escala de colores representa la altura significante en metros. 14

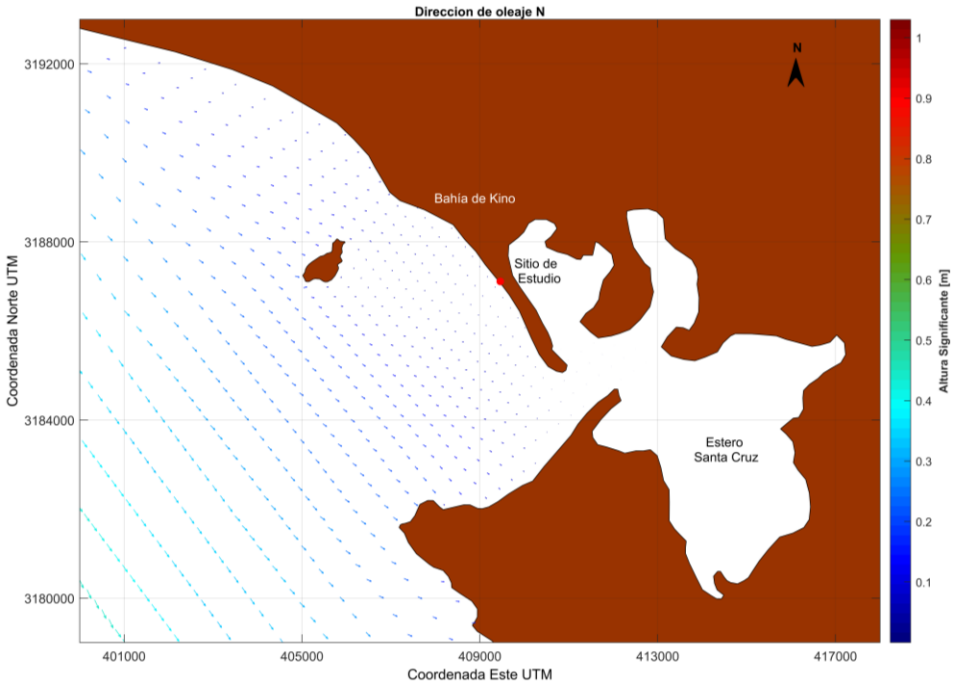


Figura 1. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del norte desde aguas profundas.

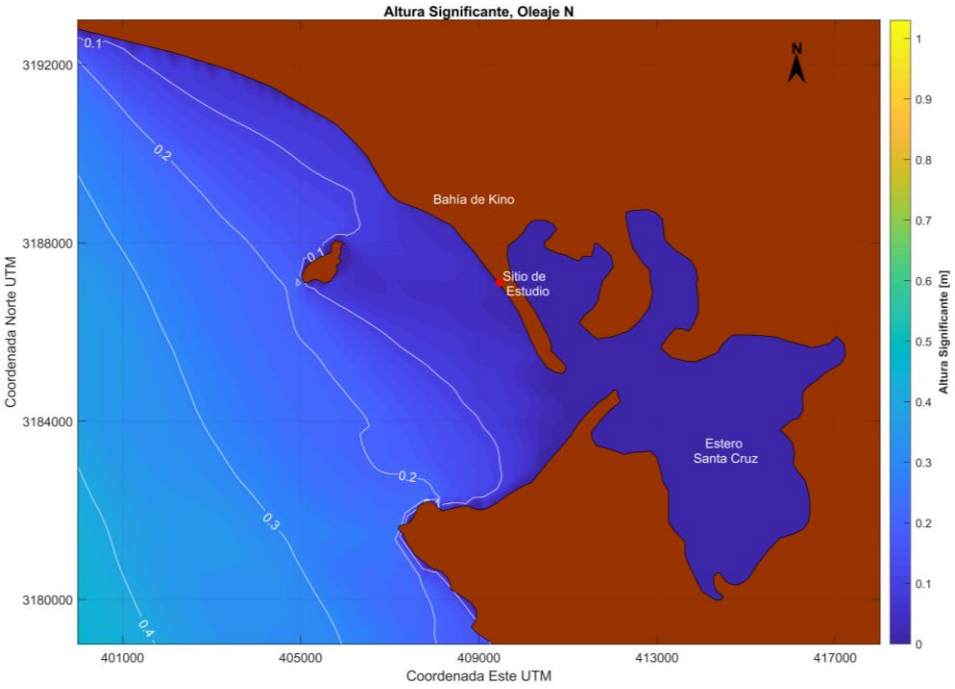


Figura 2. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección norte. La escala de colores representa la altura significante en metros.

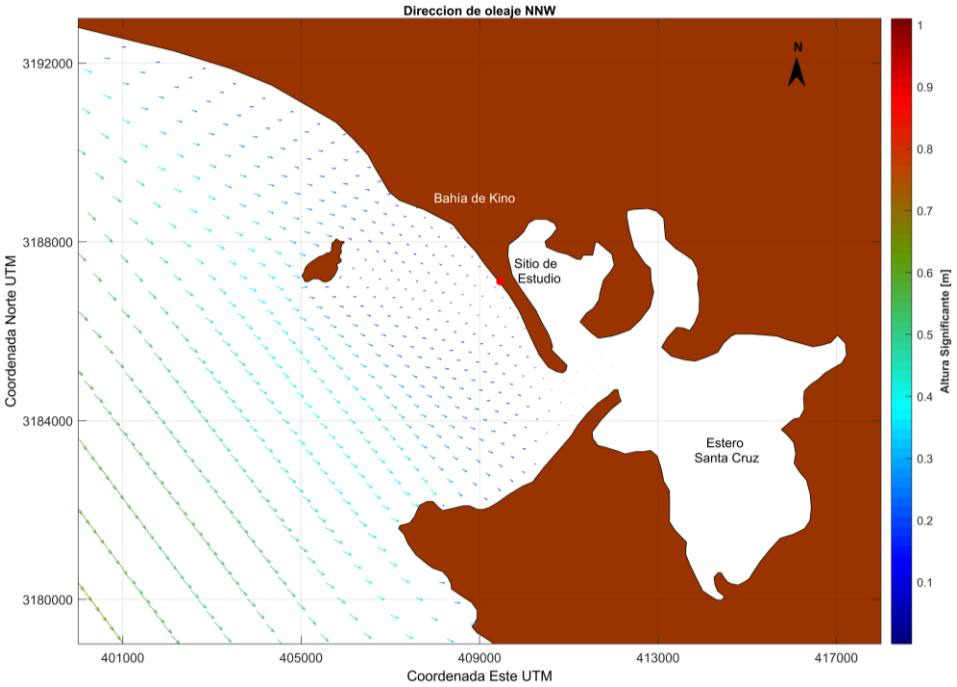


Figura 3. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del nor-noroeste desde aguas profundas.

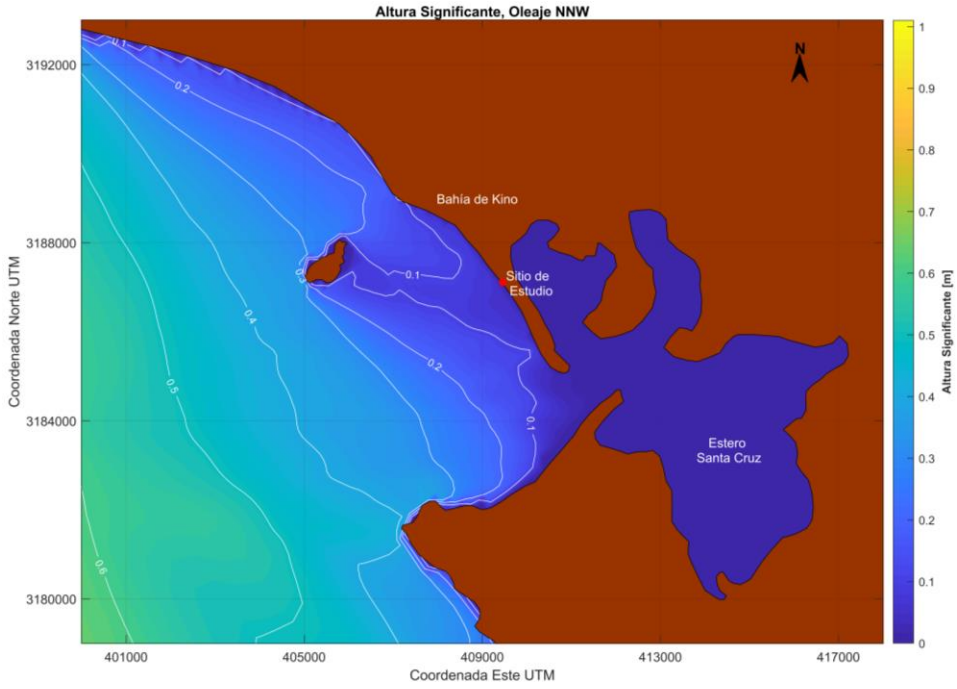


Figura 4. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección nor-noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

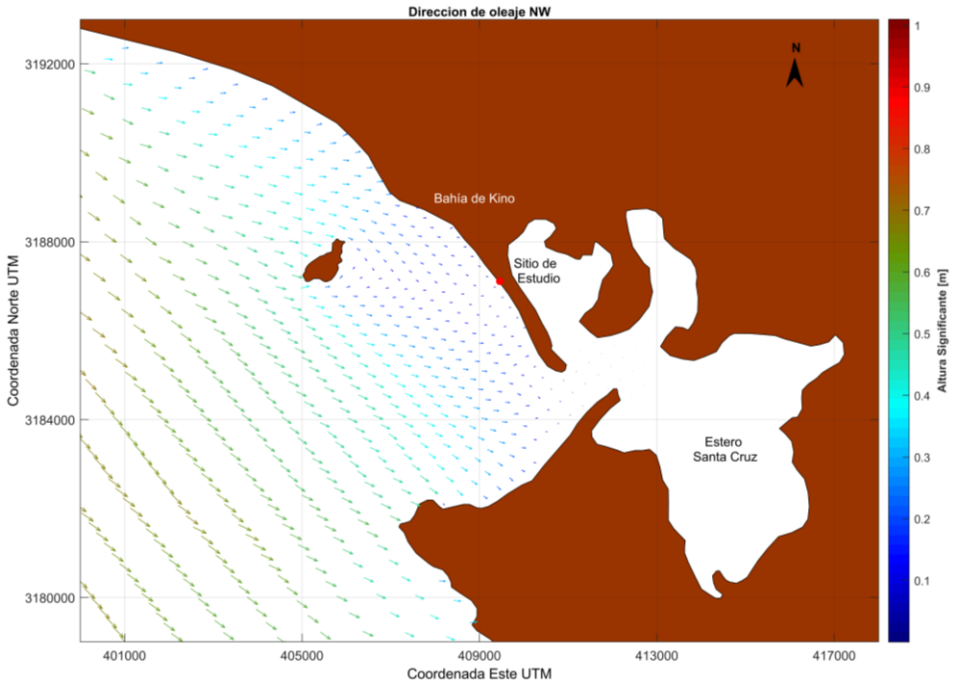


Figura 5. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del noroeste desde aguas profundas.

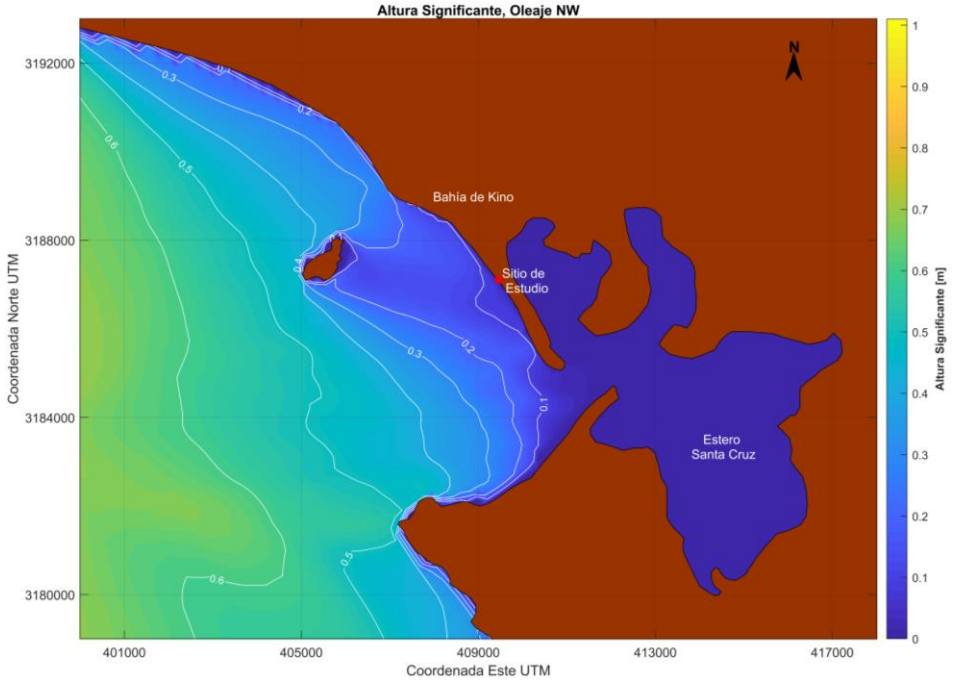


Figura 6. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

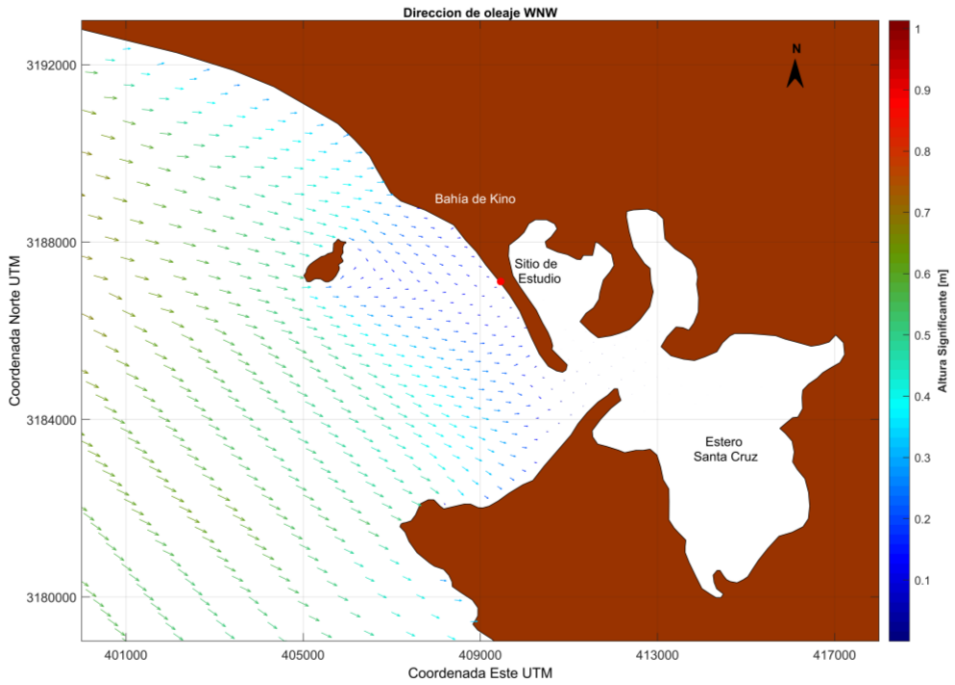


Figura 7. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste-noroeste desde aguas profundas.

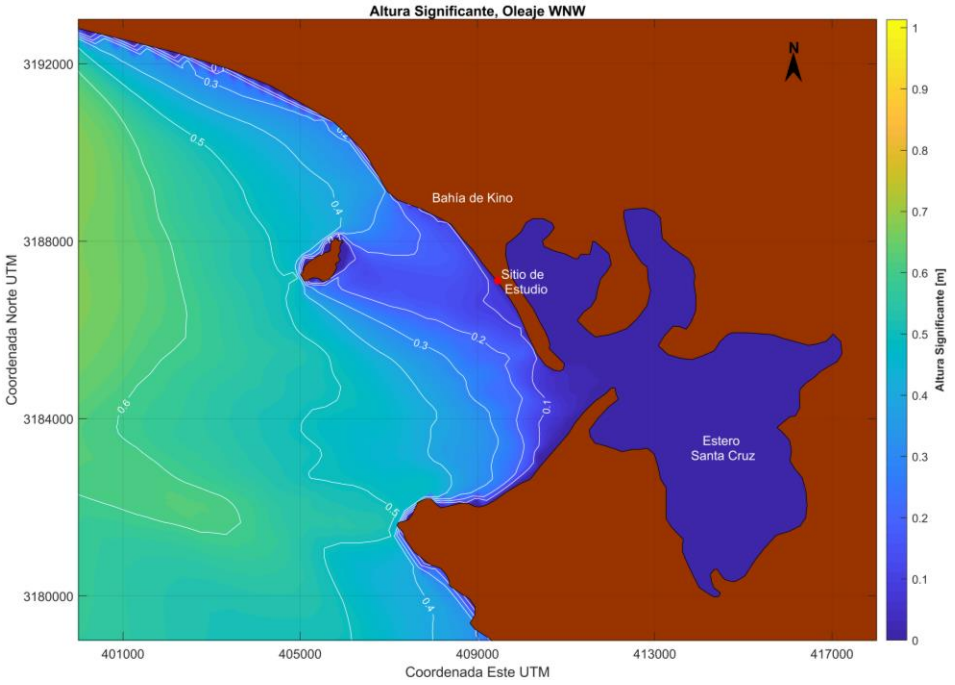


Figura 8. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste-noroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

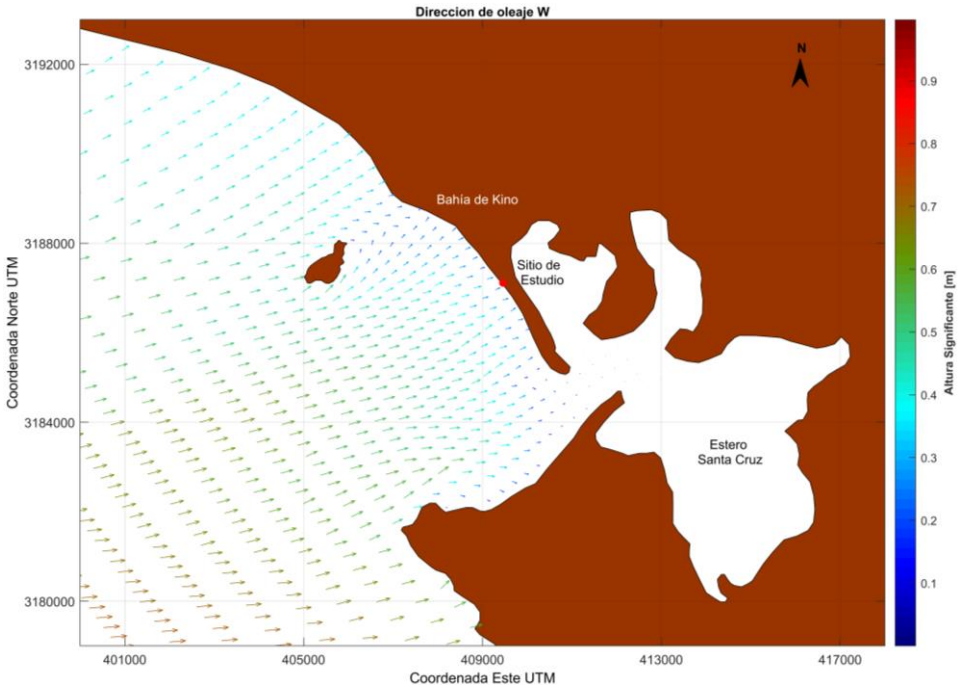


Figura 9. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste desde aguas profundas.

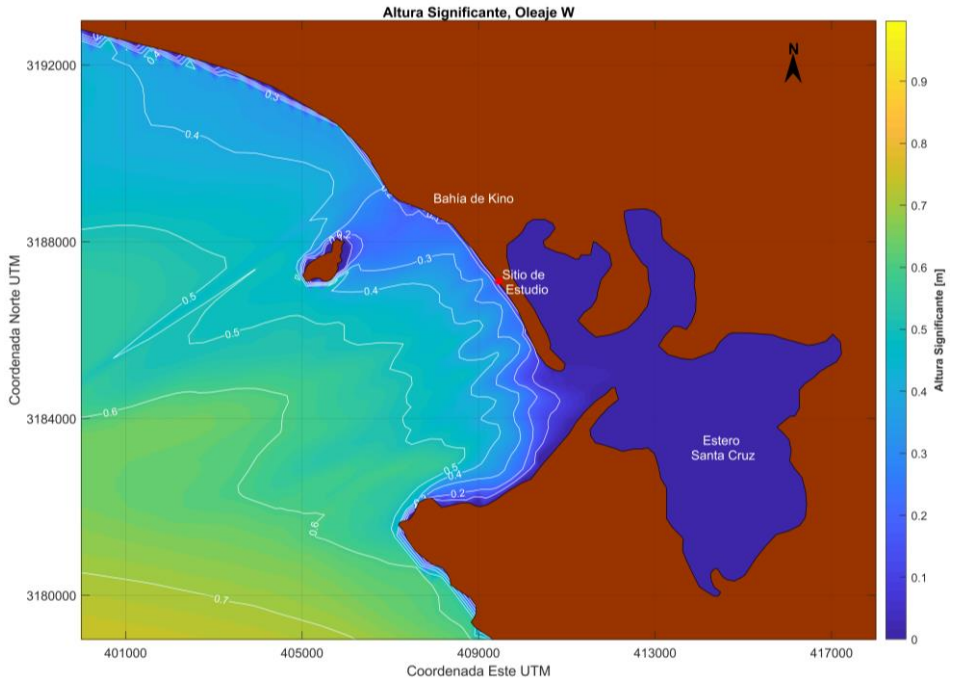


Figura 10. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

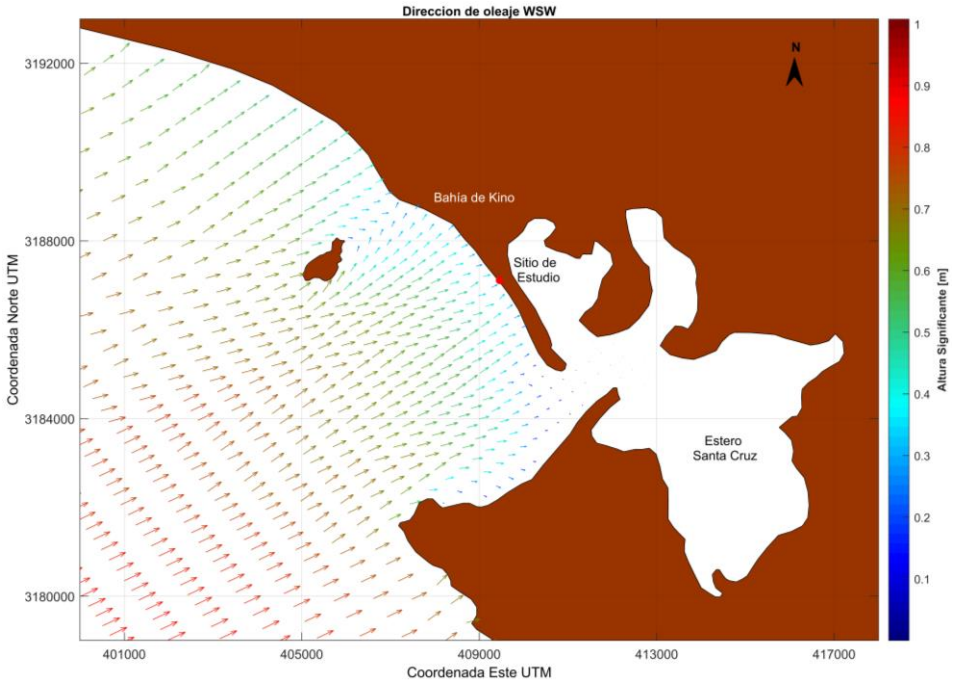


Figura 11. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del oeste-suroeste desde aguas profundas.

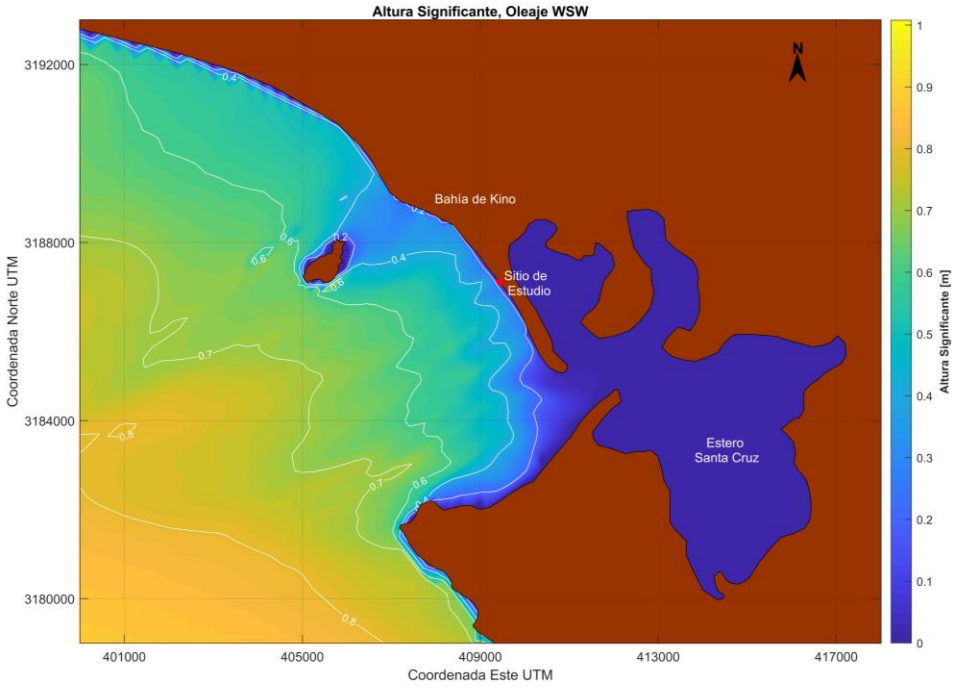


Figura 12. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección oeste-suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

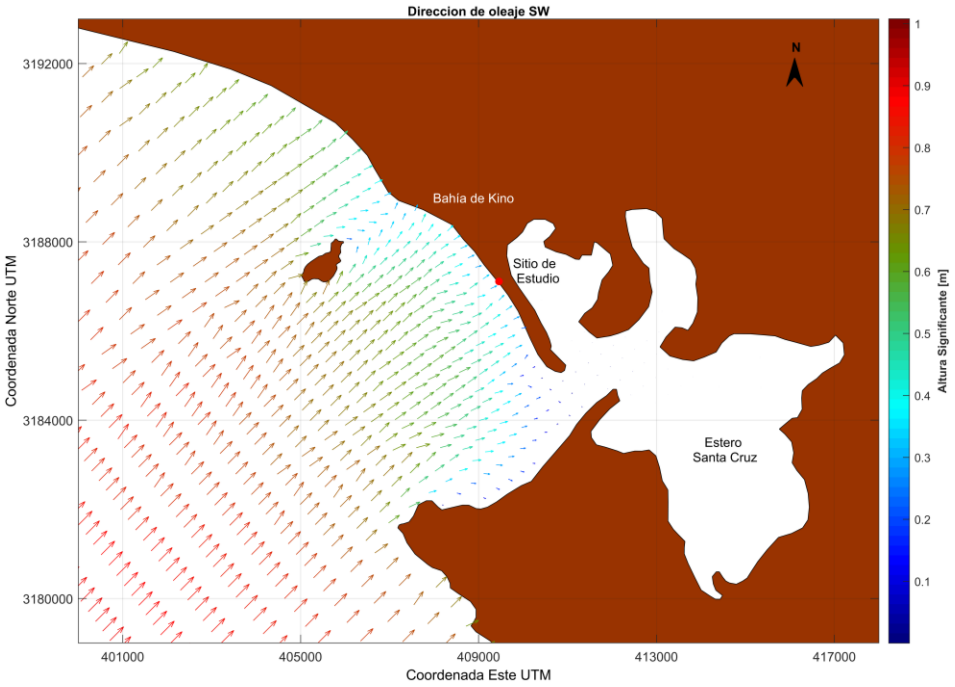


Figura 13. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del suroeste desde aguas profundas.

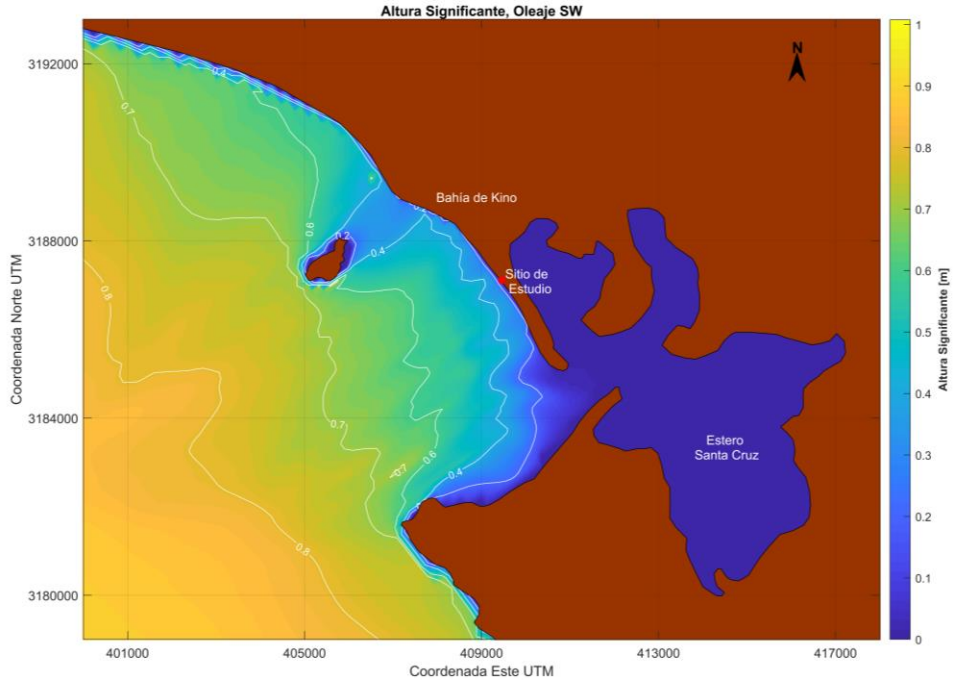


Figura 14. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

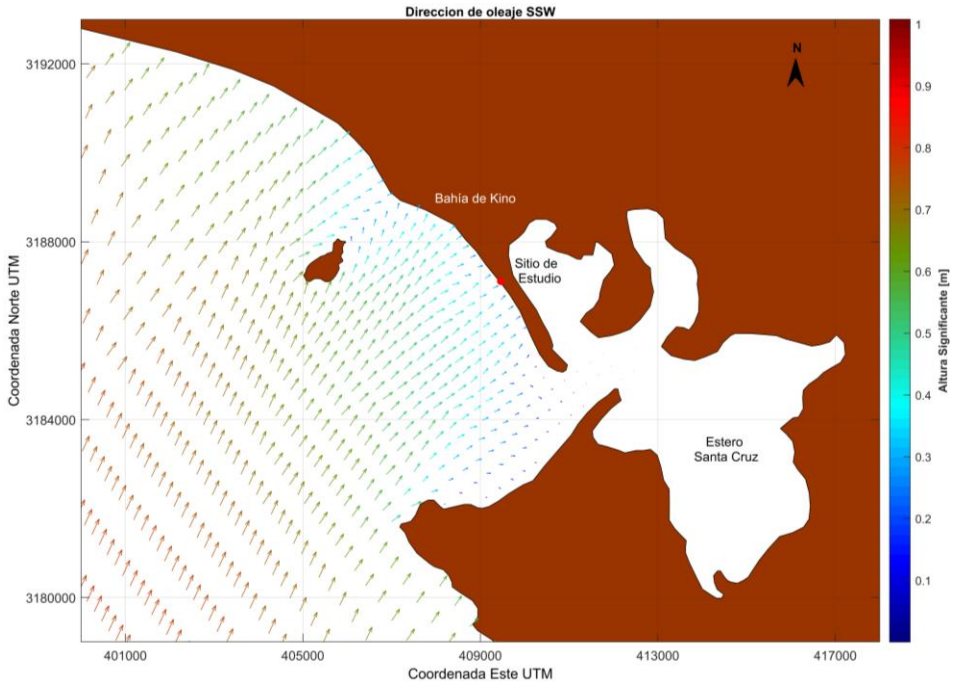


Figura 15. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur-suroeste desde aguas profundas.

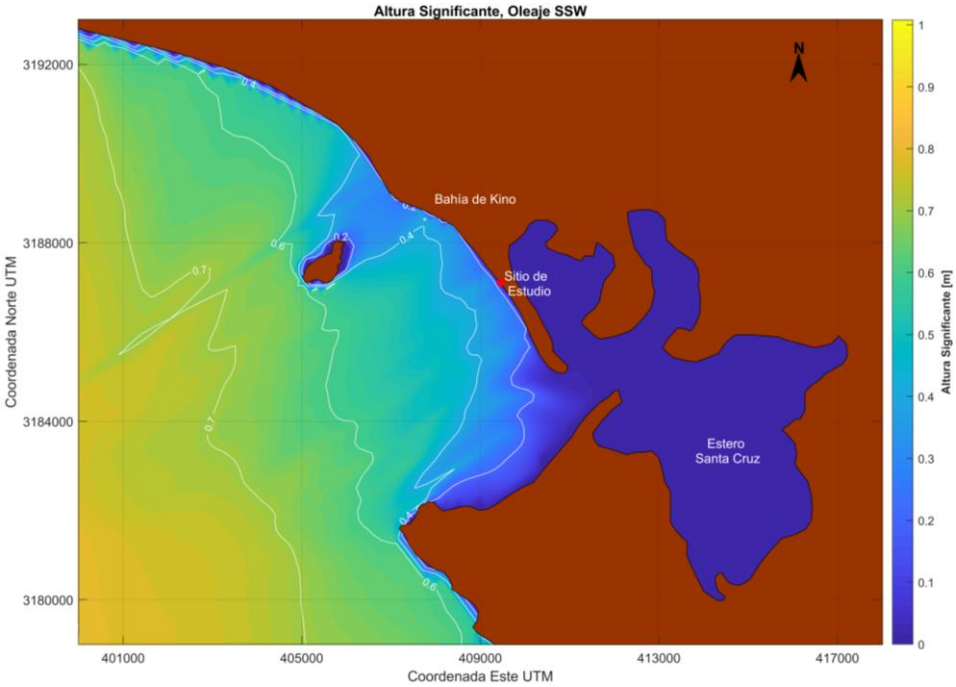


Figura 16. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur-suroeste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

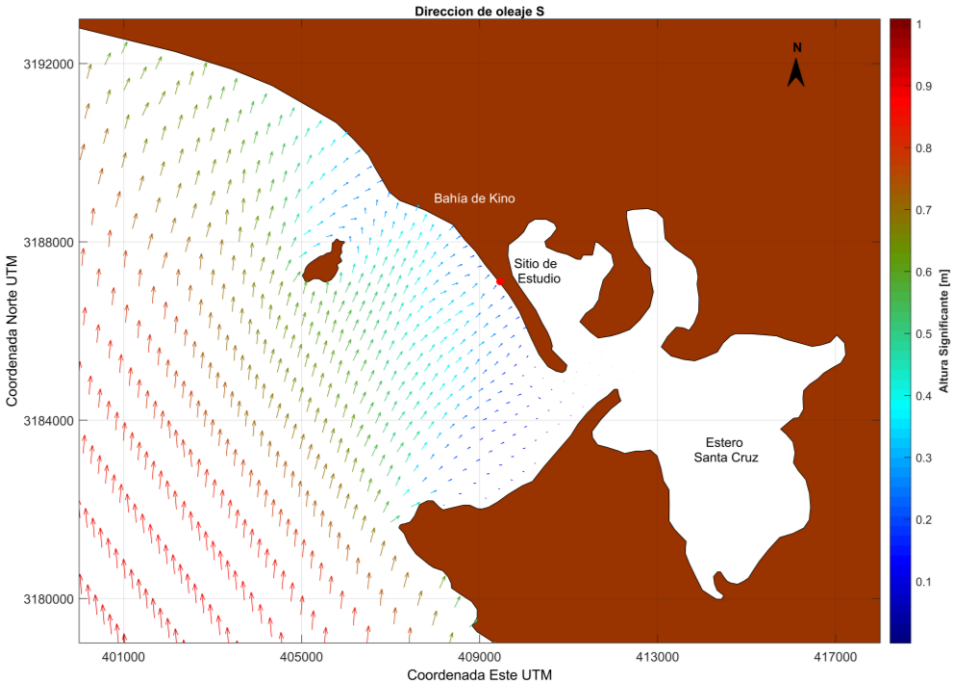


Figura 17. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur desde aguas profundas.

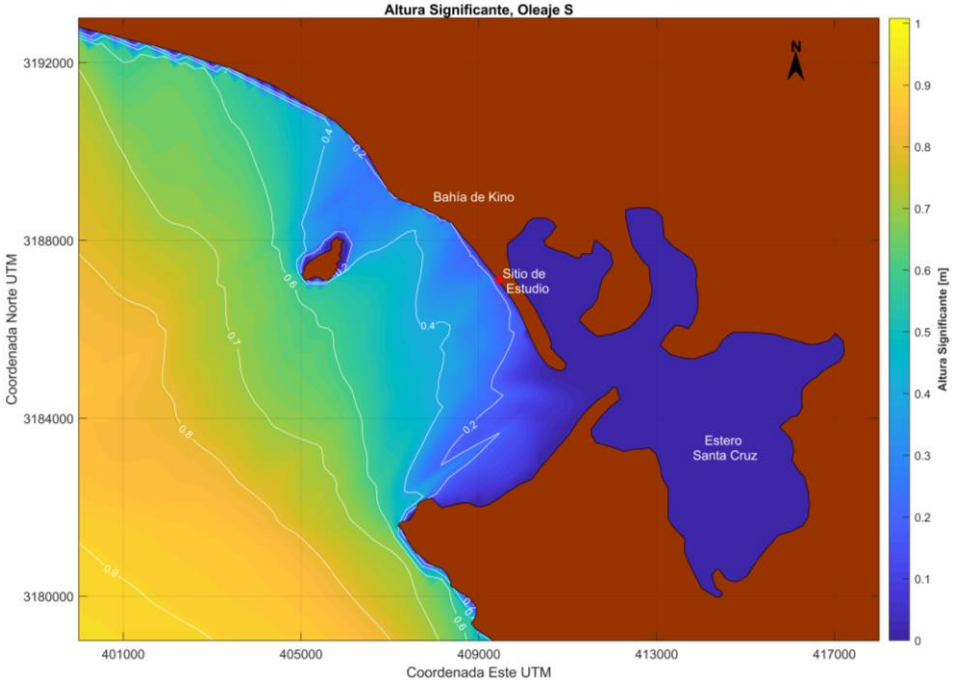


Figura 18. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur. La escala de colores representa la altura significante en metros.

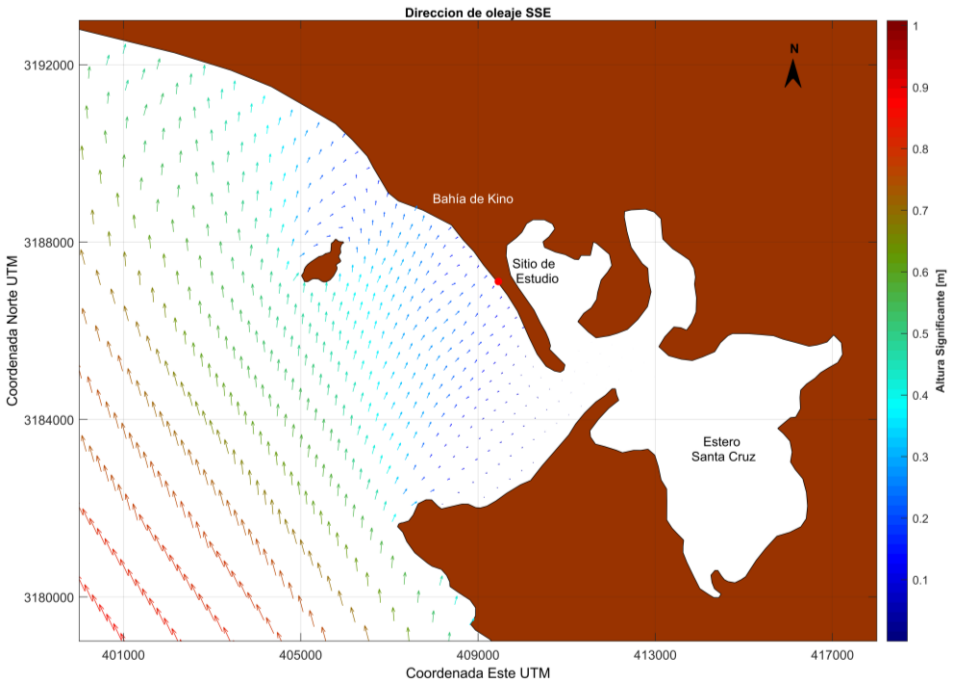


Figura 19. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sur-sureste desde aguas profundas.

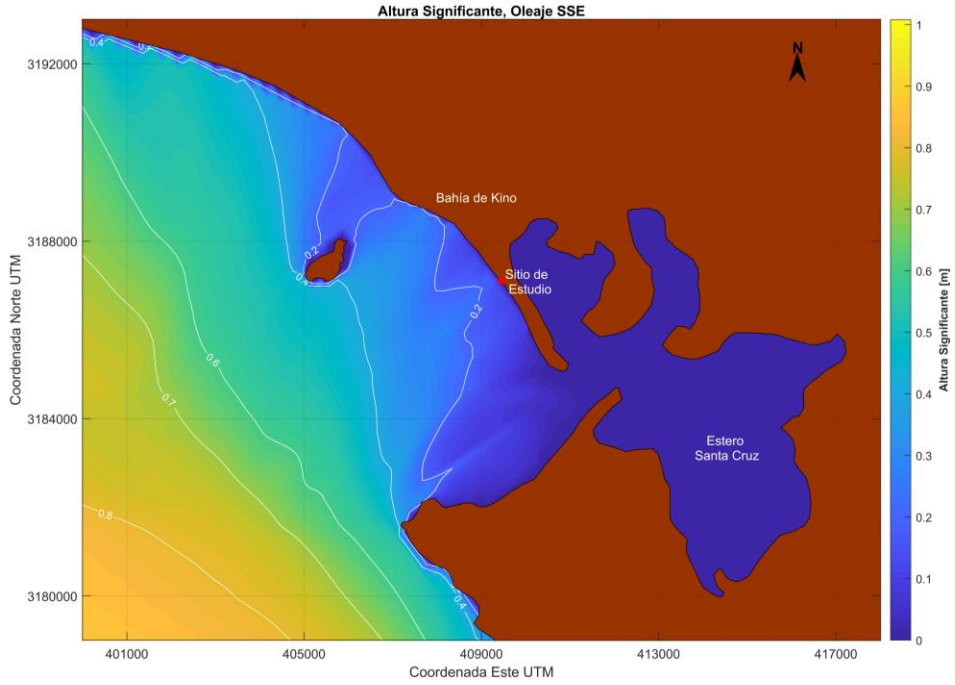


Figura 20. Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sur-sureste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

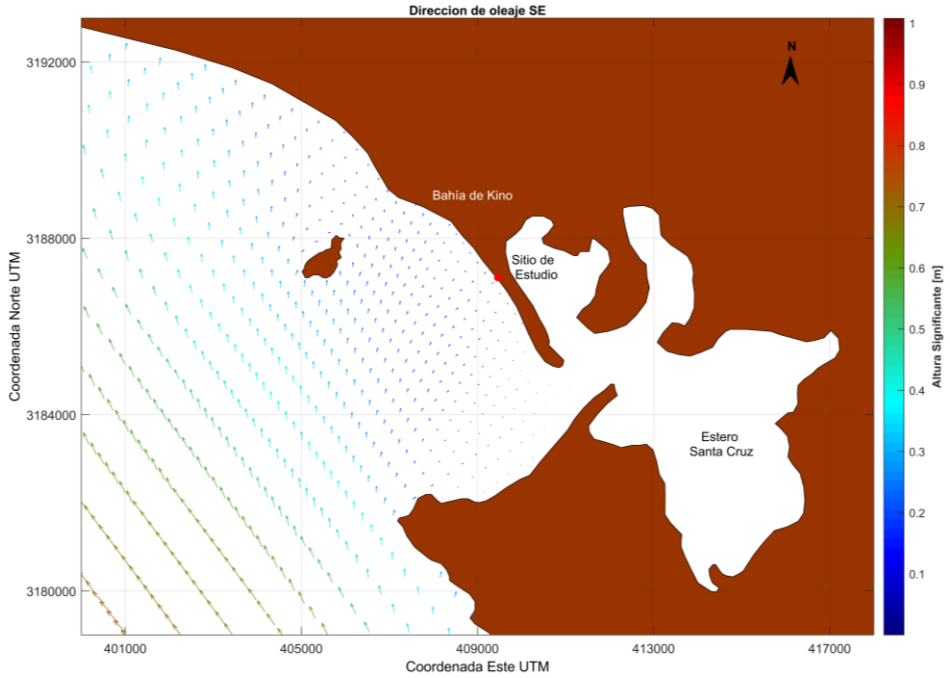


Figura 21. Diagrama de vectores que muestra la propagación del oleaje que incide del sureste desde aguas profundas.

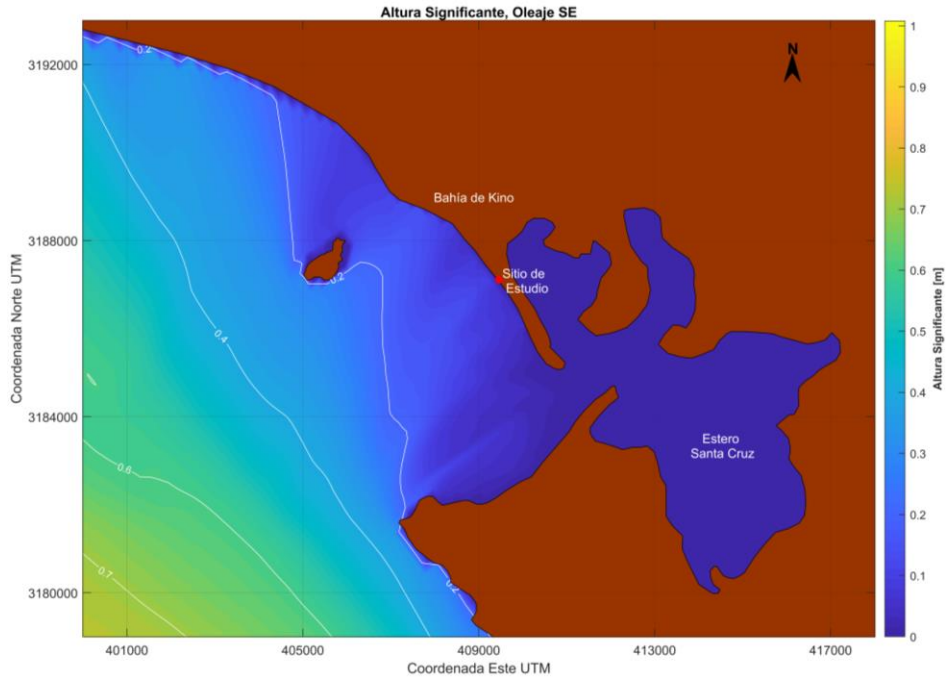


Figura 22 Contornos de altura significante para oleaje que incide desde aguas profundas con dirección sureste. La escala de colores representa la altura significante en metros.

ANEXO 5
GRAFICOS DEL RESULTADO DE LA MODELACION MATEMATICA CON LA OBRA

Análisis de la Propuesta con Efectos Dinámicos (Modelación Matemática).

Con la finalidad predecir los efectos que se pudieran presentar por la presencia de la ora marítima propuesta, se implementó un modelo numérico bidimensional (Delft-3D), que acopla corrientes de marea, oleaje y sedimento para el sitio de estudio, esto con el objeto de conocer la respuesta del proceso de sedimentación y erosión ante una obra de protección paralelo a la línea de costa (rompeolas). Con el propósito de visualizar de mejor manera las zonas de acumulación y erosión de sedimento se utilizó un factor de escala morfológico de 5.

Las Figuras IV.52, IV.53, IV.54, muestran el campo de acumulación y erosión de sedimentos generados por la propuesta de protección (rompeolas) en el sitio de estudio. Se presenta la evolución espacial y temporal de topografía del fondo marino para los meses de enero, febrero y marzo, respectivamente.

Se observa desde el inicio de la modelación acumulación de sedimento en la parte protegida por el rompeolas, así como en la zona cercana a la tablestaca que limita el predio. Para el mes de febrero la acumulación es más notoria en la zona protegida por el rompeolas y esta se intensifica hacia el sureste de la tablestaca del predio. Para el mes de marzo la acumulación de sedimentos en la zona protegida del rompeolas continúa incrementándose y se intensifica la acumulación al sureste de la tablestaca, en algunos puntos se observa que ambos procesos de acumulación se unen.

Adicionalmente se observa como la integración de un rompeolas paralelo al sitio de estudio, resulta favorable al minimizar el proceso de erosión que se genera en la zona de rompiente frente al sitio de estudio por la presencia de un muro vertical (tablestacado). La construcción de muros verticales similares al tablestacado construido enfrente del predio por lo general resulta en erosión severa en la base de la estructura (Figura IV.55).

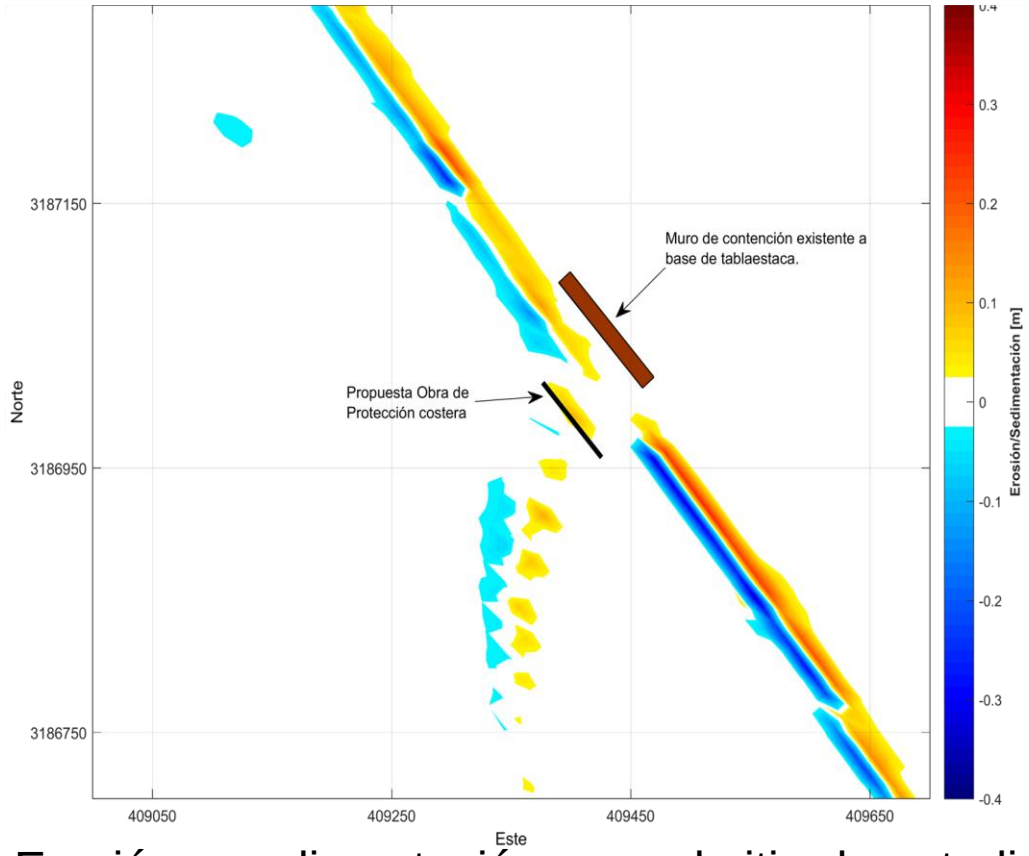


Figura IV. 52. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un tiempo de 1 mes

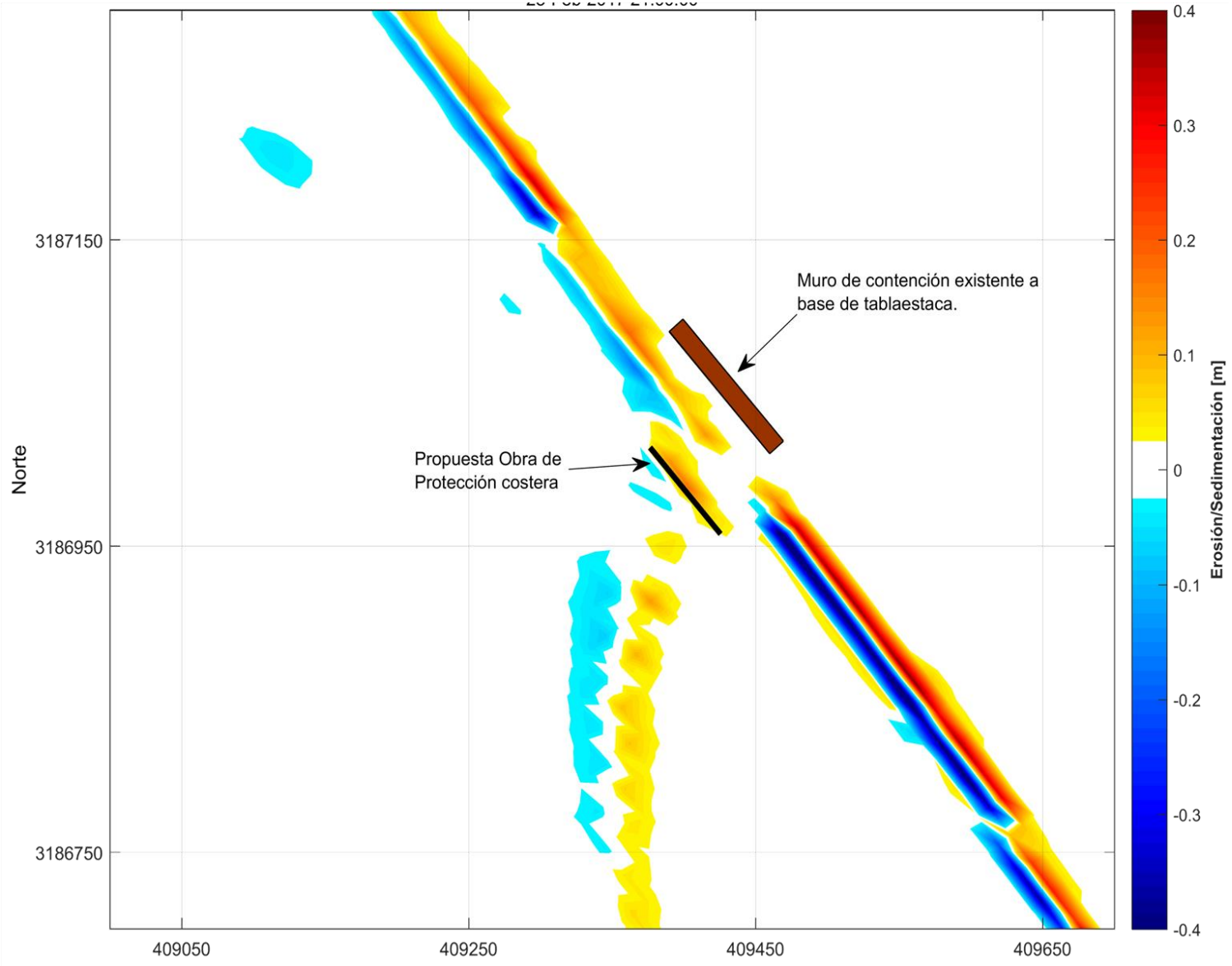


Figura IV. 53. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un paso de tiempo de 2 meses.

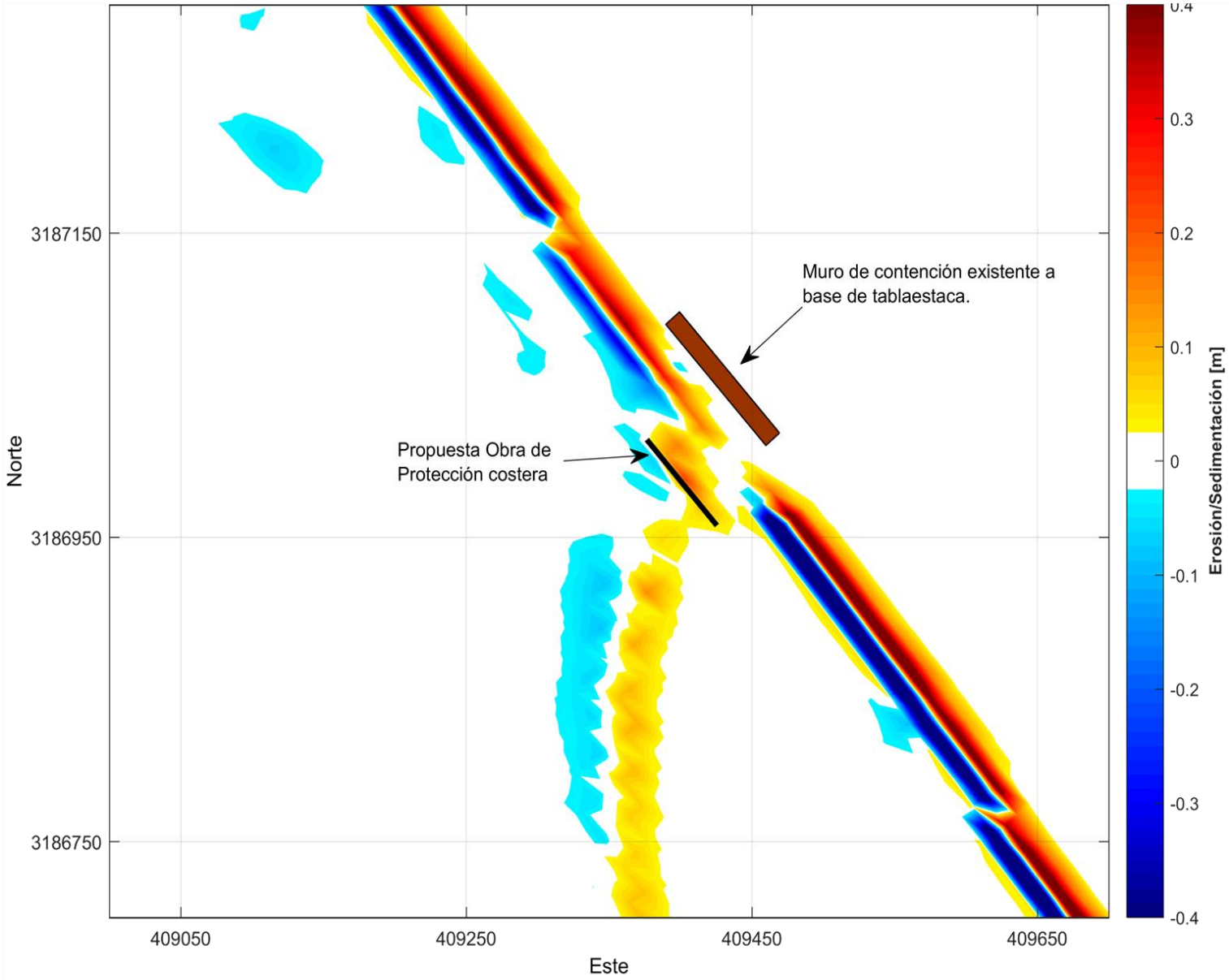


Figura IV. 54. Erosión y sedimentación para el sitio de estudio para un paso de tiempo de 3 meses.

ANEXO 6.
MATRICES DE IMPACTO

MATRICES PARA LA IDENTIFICACION, EVALUACION Y CUANTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Matriz de Identificación de Impactos Ambientales

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia:

a: Impactos Adversos No Significativos
b: Impactos Beneficvos No Significativos
A: Impactos Adversos Significativos

			Preparación del sitio			Construccion				Operacion y Mantenimiento		Abandono del proyecto	
			Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingenieria de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalaciones de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa
Ambiente abiotico	Aire	Ruido				a	a				a	a	a
		Calidad del aire				a	a				a	a	a
	Morfologia marina	Relieve				A							b
		Geoformas				a	a						b
	Suelo marino	Socavacion (banco mate)				A	a				a		
		Propiedades y calidad del suelo marino				a							
	Oceanografia	Calidad del agua (Solidos Suspendidos)	b		b	a			a				
		Patrón de oleaje	b		b					A			
		Batimetría	b		b	A							B
		Transporte de sedimentos	b		b					B		b	
Ambiente biotico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	b		b	a	a					b	
		Especies protegidas o de interes especial	b			a	a						
		Habitat especial	b			a	a			b			
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	b		b	a	a			b			
		Especies protegidas o de interes especial	b			a	a						
		Condiciones del Hábitat	b		b	a	a			b			
Paisaje		Cualidades esteticas	a		b					A			
		Remediacion visual de la playa	b		b			a		B			B
Ambiente Socioeconomico	Social	Interaccion con pesqueria	a		b		a	b		a			
		Recreacion	b		b					b			b
		Riesgo a la navegacion		b	b		B	B		A			B
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica					b	b		B			
	Economia	Economia regional				b	b		b	b			
		Empleo y mano de obra				b	b		b		b		b
Gestion ambiental		Normatividad ambiental		B	b								
		Seguimiento ambiental del proyecto		B	b	b	b			b			b

Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia:

a: Impactos Adversos No Significativos
b: Impactos Beneficvos No Significativos

			Valores por componentes ambientales				Valores por rubro ambiental				Valores por ambiente en sitio			
			a	A	b	B	a	A	b	B	a	A	b	B
Ambiente abiotico	Aire	Ruido	5	0	0	0	**10**	0	0	0	**17**	**4**	**11**	**2**
		Calidad del aire	**5**	0	0	0								
	Morfologia marina	Relieve	0	1	1	0	2	1	2	0				
		Geoformas	2	0	1	0								
		Socavacion (banco mate)	2	**1**	0	0	3	1	0	0				
		Propiedades y calidad del suelo marino	1	0	0	0								
	Oceanografia	Calidad del agua (solidos suspendidos)	2	0	2	0	2	2	9	2				
		Patrón de oleaje	0	1	2	0								
		Batimetría	0	1	2	1								
		Transporte de sedimentos	0	0	3	1								
Ambiente biotico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	2	0	3	0	6	0	6	0	12	0	13	0
		Especies protegidas o de interes especial	2	0	1	0								
		Habitat especial	2	0	2	0								
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	2	0	3	0	6	0	7	0				
		Especies protegidas o de interes especial	2	0	1	0								
		Condiciones del Hábitat	2	0	3	0								
Paisaje		Cualidades esteticas	1	1	1	0	2	1	3	2	2	1	3	2
		Remediacion visual de la playa	1	0	2	2								
Ambiente Socioeconomico	Sodial	Interaccion con pesqueria	3	0	2	0	3	1	8	3	3	1	19	4
		Recreacion	0	0	4	0								
		Riesgo a la navegacion	0	1	2	3								
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	0	0	2	1	0	0	2	1				
	Economia	Economia regional	0	0	4	0	0	0	9	0				
		Empleo y mano de obra	0	0	5	0								
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	0	0	1	1	0	0	6	2	0	0	6	2
		Seguimiento ambiental del proyecto	0	0	5	1								
			34	6	52	10	34	6	52	10	34	6	52	10

Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa del proyecto

Matriz de identificación de impactos ambientales

Simbologia:		Preparación del sitio			Construccion				Operacion y Mantenimiento		Abandono del proyecto	
a: Impactos Adversos No Significativos b: Impactos Beneficios No Significativos A: Impactos Adversos Significativos B: Impactos Benéficos Significativos		Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingenieria de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalaciones de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa
RESUMEN DE LA IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Por componente de la etapa	**a**	2	0	0	**11**	11	1	1	1	3	2	2
	A	0	0	0	**3**	0	0	0	4	0	0	0
	b	12	**1**	**14**	3	4	2	2	6	**1**	2	5
	B	0	2	0	0	1	1	0	2	0	0	**3**

Por etapa del proyecto	**a**	2	24	4	4
	A	0	3	3	0
	b	27	11	7	7
	B	2	2	3	3

Por el proyecto	**a**	34
	A	6
	b	52
	B	10

PROPORCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (%)

Por etapa del proyecto	**a**	1.96%	23.53%	3.92%	3.92%
	A	0.00%	2.94%	2.94%	0.00%
	b	26.47%	10.78%	6.86%	6.86%
	B	1.96%	1.96%	2.94%	2.94%

Por el proyecto	**a**	33%
	A	6%
	b	51%
	B	10%

Matriz de valoración de impactos ambientales en las diferentes etapas del proyecto

			Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingeniería de obras	Construccion: Dragado en banco de materiales	Construccion: Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Construccion: Instalaciones de senales de seguridad	Construccion: Operacion de plataforma ypara instalaciones	Operación y mantenimiento: Operacion y supervision	Operación y mantenimiento: mantenimiento y reparacion de geotubos	Abandono del proyecto: Desmantelamiento de obras	Abandono del proyecto: Rehabilitación del suelo marino y playa	
Rangos de valoracion		Magnitud (1 - 10) -->												<-- Importancia (1 - 5)
Aire	Ruido	Extensiòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Reversibilidad
		Duraciòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Mitigabilidad
		Reversibilidad				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Residualidad
		Intensidad del impacto				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->				-5 / -5	-5 / -5				-5 / -5	-5 / -5	-5 / -5	<-- IMPORTANCIA
	Humos y olores	Extensiòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Reversibilidad
		Duraciòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Mitigabilidad
		Continuidad				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Residualidad
		Intensidad del impacto				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->				-5 / -5	-5 / -5				-5 / -5	-5 / -5	-5 / -5	<-- IMPORTANCIA
	Calidad del aire	Extensiòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Reversibilidad
		Duraciòn				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Mitigabilidad
		Continuidad				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Residualidad
		Intensidad del impacto				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia				-1 / -1	-1 / -1				-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->				-5 / -5	-5 / -5				-5 / -5	-5 / -5	-5 / -5	<-- IMPORTANCIA
Morfologia marina	Relieve	Extensiòn				-4 / -4							4 / 2	Reversibilidad
		Duraciòn				-6 / -3							3 / 3	Mitigabilidad
		Continuidad				-3 / -5							3 / 2	Residualidad
		Intensidad del impacto				-5 / -1							2 / 1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia				-4 / -1							3 / 1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->				-22 / -14							15 / 9	<-- IMPORTANCIA
	Geoforma	Extensiòn				-4 / -4	-2 / -1						4 / 2	Reversibilidad
		Duraciòn				-6 / -3	-3 / -1						3 / 3	Mitigabilidad
		Continuidad				-3 / -5	-1 / -1						3 / 2	Residualidad
		Intensidad del impacto				-5 / -1	-3 / -1						2 / 1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia				-4 / -1	-3 / -1						3 / 1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->				-22 / -14	-12 / -5						15 / 9	<-- IMPORTANCIA

Amboente abiotico	Socavacion	Extensiòn					-5	-4	-2	-1				-1	-4				Reversibilidad
		Duraciòn					-6	-3	-3	-1				-3	-3				Mitigabilidad
		Continuidad					-3	-5	-1	-1				-1	-1				Residualidad
		Intensidad del impacto					-5	-1	-3	-1				-2	-1				Valor económico
		Acumulación / Sinergia					-4	-1	-3	-1				-3	-1				Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->					**-23**	**-14**	**-12**	**-5**				**-10**	**-10**				<-- IMPORTANCIA
	Propiedades y Calidad del suelo	Extensiòn					-4	-1											Reversibilidad
		Duraciòn					-4	-1											Mitigabilidad
		Continuidad					-1	-2											Residualidad
		Intensidad del impacto					-1	-1											Valor económico
		Acumulación / Sinergia					-1	-1											Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->					**-11**	**-6**											<-- IMPORTANCIA
	Calidad del agua	Extensiòn	1	1			1	1	-1	-1			-1	-3					Reversibilidad
		Duraciòn	1	1			1	3	-3	-1			-2	-2					Mitigabilidad
		Continuidad	5	1			5	5	-3	-1			-2	-4					Residualidad
		Intensidad del impacto	1	1			1	1	-2	-1			-2	-1					Valor económico
		Acumulación / Sinergia	1	1			1	1	-1	-1			-2	-1					Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->	**9**	**5**			**9**	**11**	**-10**	**-5**			**-9**	**-11**					<-- IMPORTANCIA
Oceanografia	Patrón de oleaje	Extensiòn	1	1			1	1					-4	-1					Reversibilidad
		Duraciòn	1	1			1	3					-5	-1					Mitigabilidad
		Continuidad	5	1			5	5					-6	-1					Residualidad
		Intensidad del impacto	1	1			1	1					-4	-1					Valor económico
		Acumulación / Sinergia	1	1			1	1					-1	-1					Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->	**9**	**5**			**9**	**11**					**-20**	**-5**					<-- IMPORTANCIA
	Batimetría	Extensiòn	1	1			1	1	-4	-4							5	4	Reversibilidad
		Duraciòn	1	1			1	3	-3	-3							4	3	Mitigabilidad
		Continuidad	5	1			5	5	-1	-1							1	3	Residualidad
		Intensidad del impacto	1	1			1	1	-5	-1							1	1	Valor económico
		Acumulación / Sinergia	1	1			1	1	-1	-1							3	1	Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->	**9**	**5**			**9**	**11**	**-14**	**-10**							**14**	**12**	<-- IMPORTANCIA
	Transporte de sedimentos	Extensiòn	1	1			1	1					5	4		4	3		Reversibilidad
		Duraciòn	1	1			1	3					4	3		1	1		Mitigabilidad
		Continuidad	5	1			5	5					1	3		3	3		Residualidad
		Intensidad del impacto	1	1			1	1					9	5		3	1		Valor económico
		Acumulación / Sinergia	1	1			1	1					3	1		1	1		Valor Socio- cultural
		MAGNITUD -->	**9**	**5**			**9**	**11**					**22**	**16**		**12**	**9**		<-- IMPORTANCIA

| | | |

| | | |

Resumen de valoración de magnitud e importancia

Resumen de valoración de magnitud e importancia

			Preparación del sitio			Construccion				Operación y mantenimiento		Abandono del proyecto		TOTAL MAGNITUD	TOTAL IMPORTANCIA	Magnitud por rubro ambiental	Importancia por rubro ambiental
			Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingeniería de obras	Dragado en banco de materiales	Instalacion de tapete, llenado de geotubos y montaje	Instalacion de senales de seguridad	Operacion de plataforma para isntalaciones	Operacion y supervision	Mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitación del suelo marino y Playa				
	Aire	Ruido	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-25 -25	-50	-50
		Calidad del aire	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	0 0	0 0	0 0	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-25 -25				
	Morfologia marina	Relieve	0 0	0 0	0 0	-22 -14	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15 9	-7 -5	-26	-15		
		Geoformas	0 0	0 0	0 0	-22 -14	-12 -5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15 9	-19 -10				
		Socavacion	0 0	0 0	0 0	-5 -4	-12 -5	0 0	0 0	0 0	-10 -10	0 0	0 0	-27 -19	-38	-25		
		Propiedades y calidad del suelo marino	0 0	0 0	0 0	-11 -6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-11 -6				
	Oceanografia	Calidad del agua	9 5	0 0	9 11	-10 -5	0 0	0 0	-9 -11	0 0	0 0	0 0	0 0	-1 0	67	70		
		Patrón de oleaje	9 5	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	-20 -5	0 0	0 0	0 0	-2 11				
		Batimetría	9 5	0 0	9 11	-14 -10	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	14 12	18 18				
		Transporte de sedimentos	9 5	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	22 16	0 0	12 9	0 0	52 41				
Ambiente biológico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	9 5	0 0	9 11	-15 -10	-15 -10	0 0	0 0	0 0	0 0	23 7	0 0	11 3	-6	-9		
		Especies protegidas o de interes especial	9 5	0 0	0 0	-12 -12	-12 -12	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-15 -19				
		Habitat especial	9 5	0 0	0 0	-16 -5	-16 -5	0 0	0 0	21 12	0 0	0 0	0 0	-2 7				
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	9 5	0 0	9 11	-15 -10	-15 -10	0 0	0 0	19 9	0 0	0 0	0 0	7 5	-1	4		
		Especies protegidas o de interes especial	9 5	0 0	0 0	-12 -12	-12 -12	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-15 -19				
		Condiciones del Hábitat	9 5	0 0	9 11	-16 -5	-16 -5	0 0	0 0	21 12	0 0	0 0	0 0	7 18				
Paisaje		Cualidades esteticas	9 11	0 0	9 11	0 0	0 0	-6 -5	0 0	30 16	0 0	0 0	32 13	74 46	65	45		
		Renediacion visual de la playa	-10 -1	0 0	1 1	0 0	-5 -1	10 1	0 0	-5 -1	0 0	0 0	0 0	-9 -1				
Ambiente socioeconomico	Social	Interaccion con pesquerias	-18 -5	0 0	9 11	0 0	-13 -8	28 9	0 0	-13 -8	0 0	0 0	0 0	-7 -1	97	62		
		Recreacion	0 0	9 11	9 11	0 0	-13 -8	28 9	0 0	-28 -9	0 0	0 0	29 9	34 23				
		Riesgo a la navegacion	9 11	0 0	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	27 9	0 0	0 0	25 9	70 40				
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	0 0	0 0	0 0	0 0	18 9	18 9	0 0	28 9	0 0	0 0	0 0	64 27	64	27		
	Economia	Economia regional	0 0	0 0	0 0	29 9	29 9	0 0	19 9	19 9	0 0	0 0	0 0	96 36	180	81		
		Empleo y mano de obra	0 0	0 0	0 0	18 9	18 9	0 0	16 9	0 0	16 9	0 0	16 9	84 45				
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	0 0	9 11	9 11	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	18 22	72	84		
		Seguimiento ambiental del proyecto	0 0	9 11	9 11	9 10	9 10	0 0	0 0	9 10	0 0	0 0	9 10	54 62				

Matriz de significancia de impactos ambientales.

Matriz de significancia de impactos ambientales

Preparación del sitio			Construccion				Operación y mantenimiento		Abandono del proyecto	
Selección de sitio	Permisos y autorizaciones	Planeacion, diseño e ingenieria de obras	Dragado en bancos de materiales	Instalacion de tapete,llenado de geotubos y montaje	Instalacion de senales de seguridad	Operacion de plataforma para instalaciones	Operacion y supervision	Mantenimiento y reparacion de geotubos	Desmantelamiento de obras	Rehabilitacion del suelo marino y Playa
748	**297**	1288	**2203**	1806	706	414	2724	294	319	1624
2333			**5129**				**3018**		1943	
19%			41%				24%		16%	

Matriz de significancia de impactos ambientales…. CONTINUACION .

Matriz de significancia de impactos ambientales

			SIGNIFICANCIA		
			POR COMPONENTES AMBIENTAL	POR RUBRO AMBIENTAL	%
	Aire	Ruido	125	250	2%
		Calidad del aire	125		
	Morfologia narina	Relieve	443	946	8%
		Geoformas	503		
		Socavacion	180	246	2%
		Propiedades y calidad del suelo marino	66		
	Oceanografia	Calidad del agua	293	1593	13%
		Patrón de oleaje	244		
		Batimetría	452		
		Transporte de sedimentos	604		
Ambiente biológico	vegetación y flora marina	Cubierta vegetal	605	1395	11%
		Especies protegidas o de interes especial	333		
		Habitat especial	457		
	Fauna acuática	Distribucion y abundancia	615	1504	12%
		Especies protegidas o de interes especial	333		
		Condiciones del Hábitat	556		
Paisaje		Cualidades esteticas	1124	1155	9%
		Renediacion visual de la playa	31		
Ambiente socioeconomico	Social	Interaccion con pesquerias	649	2382	19%
		Recreacion	1067		
		Riesgo a la navegacion	666		
	Servicio	Servicios e infraestructura turistica	576	576	5%
	Economia	Economia regional	864	1620	13%
		Empleo y mano de obra	**756**		
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	**198**	756	6%
		Seguimiento ambiental del proyecto	**558**		
			12423	12423	100%

ANEXO 7
MECANICA DE SUELOS DEL MEDIO MARINO

INFORME DE GEOTECNIA PARA EL PROYECTO

OBRA DE PROTECCION CONTRA LA EROSION COSTERA FRENTE A LA BARRA DEL ESTERO LA CRUZ EN BAHIA DE KINO, SONORA

PREPARADO PARA:
DR JESUS ANTONIO CRUZ VARELA
Marzo de 2020

INDICE

1.- INTRODUCCION

2.- PRUEBAS DE CAMPO, RECONOCIMIENTO DEL SITIO, EXPLORACION Y MUESTREO
2.a).- Exploración superficial
2.b).- Exploración profunda
2.c).- Instrumentación

3.- PRUEBAS DE LABORATORIO
3.a).- Ensayes de clasificación
3.b).- Ensayes mecánicos

4.- ESTUDIOS DE GABINETE.
4.a).- Análisis y determinación de resistencia del suelo
4.b).- Perfil Estratigráfico
4.c).- Análisis de capacidad de carga del suelo
4.d).-Recomendaciones constructivas Geotubo y Dragabilidad de Materiales
4.e).- Estudio de calidad en materiales

5.- OTROS SERVICIOS.

6.- APENDICES.

Apéndice 1.- Figuras y Planos
Apéndice 2.- Perfiles Estratigráficos
Apéndice 3.- Resultados de ensayes de laboratorio
Apéndice 4.- Memoria de cálculo de capacidad de carga
Apéndice 5.- Información sísmica
Apéndice 6.- Clasificación del suelo
Apéndice 7.- Informe fotográfico

1.- INTRODUCCIÓN

En este informe se presenta el estudio de Geotecnia como resultado de las exploraciones efectuadas enfrente de condominios Jacquelynn en El Estero en las cercanías de Bahía de Kino, Sonora.

Se proyecta un geotubo para protección de la playa contra la erosion, este tendrá medidas de ancho 7.0 m alto 3.0 m y una longitud de 75 m que se ubicara en el mar frente a la playa; se contempla el dragado del fondo marino para utilizarse como relleno de arena del geotubo. El objetivo de este estudio es el de determinar la calidad de los materiales que se dragaran para el relleno, la capacidad de carga del lecho marino donde se ubicara el geotubo y la dragabilidad de los materiales que se encuentran en el sitio

Dentro de las actividades desarrolladas se incluye la obtención de información sobre las condiciones geológicas, sísmicas y mecánicas del lugar, llevando a cabo un programa de exploración y muestreo en campo dirigido a ubicar la litología, las condiciones de los depósitos de suelo existente y a la descripción superficial del sitio. Utilizándose la prueba de penetración estándar con equipo manual, para lograr accesar al sitio del proyecto, determinándose el muestreo y los ensayes penetración tras penetración, con recuperación de muestra en el tubo partido.

Este reporte tiene el objetivo exclusivo de proporcionar información y recomendaciones sobre ingeniería geotécnica y de pruebas, el campo de acción de estos servicios para este proyecto no incluye, específicamente o por inferencia, ninguna valoración ambiental del lugar o identificación de materiales o condiciones contaminantes.

2.- PRUEBAS DE CAMPO, RECONOCIMIENTO DEL SITIO, EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

2.a) EXPLORACIÓN SUPERFICIAL DE DETALLE

Se contempla que el proyecto se ubique mar adentro, aproximadamente en la cota -1.0; la topografía de la playa está delimitada al norte por la duna costera característica de la geomorfología del sitio, y hacia adentro del mar, el nivel se va manteniendo relativamente bajo y con pendiente relativamente constante que se ve interrumpida por “bordos” de arena paralelos a la playa, donde los niveles del agua pueden llegar a ser de pocas decenas de centímetros en mareas muy bajas.

Muy Seco Semicálido con Lluvias en Verano

Comprende aproximadamente 33% de territorio sonorense. Del suroeste y sureste de San Luis Río Colorado y el este-sureste de Sonoyta, en la frontera con los Estados Unidos de América, se extiende hacia el sur hasta las inmediaciones de Carbó, Hermosillo y Miguel Alemán, la zona más amplia y continua de este clima.

Los datos analizados en esta región muestran que agosto y, en ocasiones, julio y octubre son los meses más lluviosos. Las temperaturas medias anuales van de 19.4°C a 21.8°C. La precipitación total anual va de 100 a 200 mm.

ASPECTOS GEOLOGICOS

A partir de la información de la carta geológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) tenemos que:

El territorio sonorense tiene una historia geológica bastante compleja. En él acontecieron varios eventos geológicos que dieron lugar a una diversidad de unidades litológicas, las cuales, por medio de los fenómenos endógenos (tectonismo y vulcanismo) y exógenos (erosión y depósito) sucedidos a través del tiempo, han transformado su estructura original y modelado el paisaje.

En la entidad afloran rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, cuyas edades de formación comprenden desde el Precámbrico al Cuaternario, aunque algunos períodos sólo están representados en forma parcial.

De acuerdo con las características fisiográficas que presenta el estado, éste queda comprendido dentro de las provincias: Desierto Sonorense, Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte y Llanura Costera del Pacífico.

La Llanura Costera del Pacífico abarca la porción sur, está formada por una planicie angosta paralela a la costa, que se desarrolló debido al avance lento de los deltas de los ríos hacia el oeste. Se encuentra cubierta casi en su totalidad por depósitos no consolidados del Cuaternario, pero como resultado de la erosión han quedado al descubierto rocas metamórficas del Precámbrico y volcánicas del Terciario formando prominencias topográficas de poca elevación. Hacia el oriente, en el límite con la Sierra Madre Occidental, se localizan cuerpos intrusivos y una secuencia de calizas y lutitas del Cretácico. Otras rocas distribuidas en esta región son areniscas y conglomerados del Terciario Inferior.

De acuerdo a los sondeos realizados se concluye que el sitio donde se ubica el predio consiste de una combinación de depósitos de suelos eólicos, zona de dunas; marinos, zona de playa y los suelos lacustres que se ubican después de los 2.40 m de profundidad en la zona de playa.

ASPECTOS SISMICOS

La zona generadora de sismos más cercana corresponde a la falla de san Andrés, ubicada a aproximadamente 75 km al oeste del sitio, en el mar de Cortes.

Tomando en cuenta las correlaciones del IBC para velocidades de onda propuestas, se corrió el programa Prodisis para dar las recomendaciones de parámetros sísmicos, de acuerdo a CFE 2015 se obtienen los siguientes resultados:

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	C	
Longitud	-111 O	Latitud	28 N
a0r:	180,88 cm/s²	a0:	180,88 cm/s²
c:	427,48 cm/s²	c:	427,48 cm/s²
		Ta:	0,1 s
		Tb:	0,6 s
		Tc:	2 s
		k:	1,5
		r:	0,5

Figura 1.- Resumen de Parámetros del Espectro Transparente de acuerdo a CFE 2015.

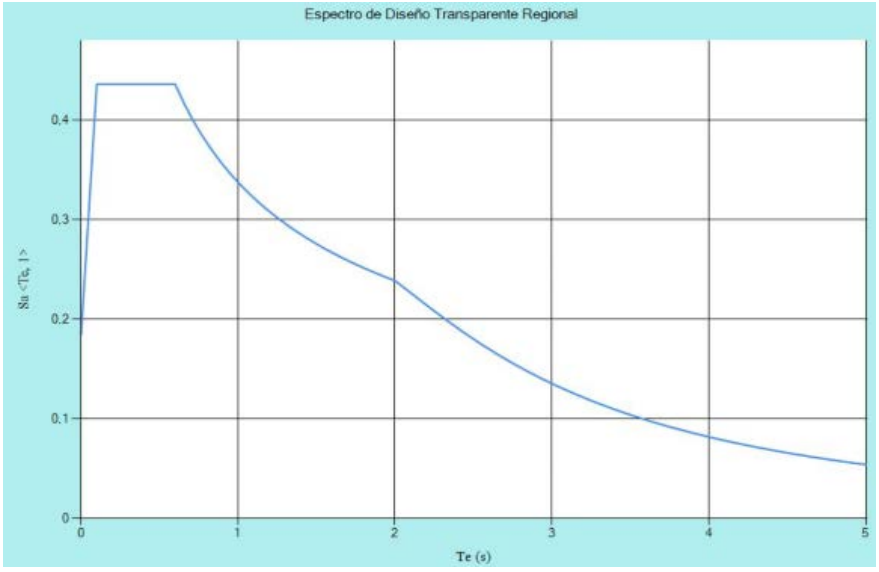


Figura 2.- Espectro Transparente de acuerdo a CFE 2015.

Los factores de ductilidad Q y sobreresistencia R serán definidos dependiendo del tipo y arreglo de la estructura. Los parámetros anteriores son aplicables a construcciones pertenecientes al Grupo B, de acuerdo a la importancia de la estructura del proyecto.

El criterio final sobre la aplicación del espectro de diseño para la revisión dinámica de la estructura proyectada queda a juicio de la empresa encargada del diseño estructural y de la aprobación del corresponsable en seguridad estructural.

2.b) EXPLORACIÓN PROFUNDA

Se ejecutaron 2 Perforaciones mediante tubo partido de Penetración estándar, una con equipo manual de Penetración estándar en el área de playa, y otra más dentro del mar mediante equipo a escala del penetrometro estándar, los avances en el sondeo de la playa se hicieron mediante penetración tras penetración hasta llegar a la profundidad de 3.00 m. El sondeo 2 se profundizo hasta los 2.00 m con avances mediante posteadora manual.

El muestreo de los Sondeos se efectuó basándose en el ensaye de penetración estándar de acuerdo a la norma ASTM D1586, la cual consiste en hincar a base de golpes una cuchara muestreadora de 60 cm de largo y 5.08 cm de diámetro interior, mediante la energía proporcionada por una masa de 64 kg de masa que se deja caer libremente desde una altura de 75 cm.

Sondeo	X	Y
SPT1	409,424	3,187,047
SPT2	409,389	3,187,003

El número de golpes determinados para cada estrato, la compacidad relativa y la densidad específica de los materiales permiten determinar las Capacidades de Carga de la cimentación, si se desea, estas condiciones mecánicas se pueden ver incrementadas notablemente si se construyen capas compactas bajo cimentación.

Para clasificar los suelos se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos ASTM D2487.

2.c) INSTRUMENTACIÓN

Los aparatos e instrumentos utilizados en los ensayes de campo y de laboratorio, así como en los muestreos, son especificados por la “American Society for Testing and Materials” (ASTM).

3.- PRUEBAS DE LABORATORIO

Con la finalidad de preparar este reporte se llevaron a cabo análisis de laboratorio con muestras representativas para clasificar el material. Las pruebas que se ejecutaron fueron:

3.a) ENSAYES DE CLASIFICACIÓN

Contenido Natural de Agua (ASTM D 2216)

Límites de Consistencia (ASTM D 4318)

Granulometría (ASTM D 422)

3.b) ENSAYES MECÁNICOS

Ensaye de penetración estándar de acuerdo a la norma ASTM D1586

4.- ESTUDIOS DE GABINETE

4.a) ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA DEL SUELO.

El número de golpes obtenido en la Prueba de Penetración Estándar, se correlacionan con los parámetros de resistencia al corte, cohesión "c", el ángulo de fricción interna del suelo, "∅" y la compacidad relativa de los estratos del suelo observada en campo, asignándose así propiedades mecánicas a cada estrato "Mecánica de Suelos" Tomo I, E. Juárez y R. Rodríguez, Volumen I.

El número de golpes determinados para cada estrato, la compacidad relativa y la densidad específica de los materiales permiten determinar las Capacidades de Carga de la Cimentación.

En el análisis de la capacidad de carga se utilizó la teoría del estado límite de falla, con un Factor de Reducción (FR) de 0.35, atendiendo las recomendaciones de las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal para el Diseño y Construcción de Cimentaciones.

4.b) PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El primer sondeo se ubicó en la playa, justo enfrente de los condominios, mientras que para el segundo sondeo se hizo a aproximadamente a 40 m de la costa para lo cual fue necesario adentrarse en el mar con lancha y una plataforma estable

En toda la zona se ubicaron materiales preponderantemente gruesos (arenas) con diferentes contenidos de finos no plásticos (Limos)

En el SPT1 se ubicó de 0.00 a 2.00 m una arena mal graduada con limos y conchilla marina (SP-SM) color café de compacidad relativa suelta, mientras que de 2.00 m a 2.40 m se ubica un limo de baja plasticidad con arenas (ML) color gris con algo de olor de compacidad relativa muy suelta. El NAF se ubicó a 20 cm de la superficie, aunque con la variación de las mareas, el área se inunda.

En el SPT2 se ubicó a aproximadamente 40 m dentro del mar y se ubicó de 0.00 a 1.20 m una arena mal graduada fina con limo (SP-SM) color café claro de compacidad relativa suelta y de 1.20 a 1.95 m hay una arena limosa con conchilla (trazas de gravas) (SP-SM) color café de compacidad relativa suelta. El tirante de agua de mar se ubicaba en 1.40 m.

4.c) ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Se muestran las capacidades de carga para zapatas corridas desplantadas en los diferentes estratos, para este análisis se tomaron en cuenta las propiedades mecánicas obtenidas a partir de las pruebas de penetración estándar del SPT1 por ser más representativo de la zona, ver tabla siguiente.

SPT1

Capacidad de Carga		Df
Neta	Bruta	
(t/m^2)	(t/m^2)	(m)
4,5	4,9	0,30
8,8	10,2	0,90
12,7	15,0	1,50
10,9	14,1	2,10
12,1	16,2	2,70

Sera necesario tomar estos parámetros para el desplante del geotubo.

A las capacidades de carga mencionadas y para el tipo de estructura que se construirá, los asentamientos en condiciones serán despreciables y la mayoría ocurrirá durante la construcción, la licuación es un fenómeno potencial en área la deformación asociada se estima del orden de 5 a 10 cm por lo que se considera tolerable para la estructura flexible que se proyecta.

4.d) RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL DESPLANTE DEL GEOTUBO Y CARACTERISTICAS DE DRAGABILIDAD DEL SUELO.

Para clasificar la dragabilidad del suelo, se atendió a una especificación que se tiene para la clasificación de suelos de acuerdo a su Tamaño Máximo de Agregado (TMA) y al número de golpes que nos reporta la prueba de penetración estándar, estas especificaciones se anexan al final de este documento, también se consideraron los criterios de SCT y CFE, los cuales coinciden en gran medida con la clasificación que se proporciona.

De acuerdo a lo anterior, el total del material que se ubica en los sitios explorados, corresponde a material tipo “A”, en los sondeos 1 y 2 esta profundidad se extiende en la profundidad excavada. El material A es fácilmente dragable y se aprecia un área extensa donde se puede extraer.

Recomendaciones varias del Geotubo

Una vez que se haya llegado a completar el proceso de desplegado y el anclaje del tubo, se procederá a realizar su rellenado con arena de acuerdo al plan de construcción realizado previamente. De manera que la línea de descarga del dragado deberá contar a su vez con el sistema propio de válvulas que permitirá la posibilidad del control del proceso, de manera que se pueda controlar cualquier exceso en la descarga, lo mismo que podría afectar tanto a la alineación como a la resistencia del tubo. Sera necesario que se realice una monitorización continua para determinar que exista una presión de llenado constante que no exceda los 5 psi.

Como una regla práctica, es necesario tener en cuenta que la tubería del dragado debería limitarse a 10" de diámetro como máximo. Suceso que debe ser tomado en cuenta al aumentar el tamaño de la descarga de dragado, lo que conscientemente aumenta el flujo enviado por la bomba, lo que también aumenta el riesgo de obtener una sobrepresión en el geotubo que puede provocar roturas. Luego de haber completado el proceso de relleno es necesario que se cierre las bocas de llenado mediante la fijación al tubo, de manera que se pueda prevenir un posible movimiento dado por la acción del oleaje o la corriente. Finalmente se requiere la realización de limpieza y un proceso de alisado de la zona aledaña a la cual se está trabajando.

Como una medida general, se considera que la altura del geotubo una vez que haya sido rellenado, no debería llegar a superar la mitad del ancho, siendo una manera de asegurar su estabilidad frente a la acción o la fuerza del oleaje. Sin embargo dicho procedimiento no exime de realizar las comprobaciones necesarias antes de realizar una estructura de contención como las pruebas de deslizamiento, vuelco, la capacidad de la carga, estabilidad global, sobrepaso de la ola, entre otros.

Las propiedades hidráulicas que se consideran importantes en la aplicación de geotextiles son la permeabilidad, la resistencia a la tubificación y la resistencia al taponamiento, por lo cual, para los geotextiles tejidos se proporcionan los parámetros de tamaño de abertura, que está relacionada con el suelo al que va a estar expuesta la estructura, y la permitividad que está relacionada con el espesor del geotextil. E

Colocacion y llenado del Geotubo

Con el manto colocado en sitio y debidamente anclado, se procede a la ubicación de los geotubos. Los geotubos deben ser desenrollados a lo largo de todo el manto y ubicados en la posición para ser llenados, con los puertos de entrada y salida hacia arriba. Es importante que los geotubos estén alineados correctamente, en este proceso, los contrafuertes sirven como guía para mantener este lineamiento. Para anclar los geotubos al manto se debe utilizar eslingas o argollas de amarre, hechas de poliéster, que van cosidas al geotubo. A estas argollas se las amarra con cordeles y se los ancla al suelo con estacas metálicas de ½'' de diámetro.

Por medio de mangueras flexibles introducidas por lo menos 0,50 m dentro del puerto de entrada se procede al llenado del geotubo con agua para que este pueda alcanzar por lo menos el 80% de la altura establecida. Estas mangueras no deben exceder las 10'' de diámetro ya que este es la medida de los puertos de entrada, pero se recomienda mangueras de 6'' de diámetro para evitar exceso de presión que puedan causar roturas en las fibras del geotubo.

Una vez alcanzada esta altura se empieza el relleno con arena que debe estar en una proporción de 90% de arena y 10% de agua según las especificaciones del fabricante. La arena que ingresa a los geotubos rellenos de agua expulsa el exceso de agua por medio de los puertos de salida y los poros del geotubo.

Es importante revisar que la presión de entrada no exceda los cinco psi para evitar roturas en el geotextil. Se puede realizar el relleno simultaneo de los geotubos que se encuentren en la misma altura para ahorrar tiempo y aprovechar la bajamar, pero se debe terminar de llenar los geotubos de un nivel para poder avanzar al siguiente. Durante el proceso de llenado es normal observar que el agua se torne turbia, ya que pequeñas cantidades de material que pasan la malla 200 saldrán 73 por los poros del geotubo. El bombeo debe ser monitoreado constantemente para asegurar que el material fluya por todo el geotubo.

Una vez que el geotubo se encuentre lleno en su totalidad, 2/3 de los puertos de entrada y salida deben ser cortados y sellados utilizando anillos de acero resistente a la corrosión. Al finalizar el llenado debe realizarse un monitoreo final del material del geotextil, esto con la finalidad de ubicar las áreas que resulten dañadas durante el proceso de llenado y realizar las reparaciones necesarias. Para reparar cualquier rasgadura, una vez ubicado el daño, se debe cortar un parche del mismo geotextil que se extienda mínimo 0,30 m en todas las direcciones desde el agujero. Se limpia el área donde se va a colocar y se procede a pegar el parche con un adhesivo epóxido para geosintéticos.

Los suelos del sitio se consideraran suelos tipo A. Para efectos de diseño se deberá tomar el valor más conservador del rango propuesto.

4.e) ESTUDIO DE CALIDAD EN MATERIALES

Comunmente el material que se utiliza para rellenar los geotubos es material de dragado. Se considera que el material adecuado no debe contener un porcentaje mayor al 15% en cuanto a finos, con el único objetivo de llegar a minimizar el aplastamiento del geotubo de forma posterior a que se haya realizado el llenado.

De forma contraria se deberá proceder a realizar el llenado del tubo a forma de etapas con el fin de lograr alcanzar la altura requerida o prevista. Cualquiera que sea el resultado, se deberá prestar un cuidado especial para no llegar a sobre exigirle al geotextil al igual que a las costuras, de manera que se evitan las tensiones por fatiga o las distorsiones de carácter excesivas. Del mismo modo, es importante evitar contenido orgánico, ya que no se los considera adecuados cuando el objetivo principal del tubo es alcanzar una altura determinada, esto debido a la degradación de dicho contenido

El material propuesto para el llenado de los geotubos en el sitio cumple con las características necesarias, en el sondeo SPT1 en la zona de playa se detectó un estrato de material gris de limo arenoso con altos contenidos de material en la malla 200, a aproximadamente 2.40 m de profundidad, que no se recomienda utilizar para el llenado del geotubo. En el SPT2 no se ubicó este estrato a los 2.00 m de profundidad, sin embargo su aspecto y olor son muy característicos y se deberá suspender el dragado en esa profundidad al momento de detectar este material y cambiarse a otro punto del banco.

5.- OTROS SERVICIOS.

Se recomienda que al inicio de la ejecución de obra, un ingeniero geotécnico revise el proyecto final (planos y especificaciones), para los correctos trabajos de preparación de la superficie y desplante de cimentación. Este trabajo de Verificación y Control de Calidad debe ser permanente durante toda la construcción.

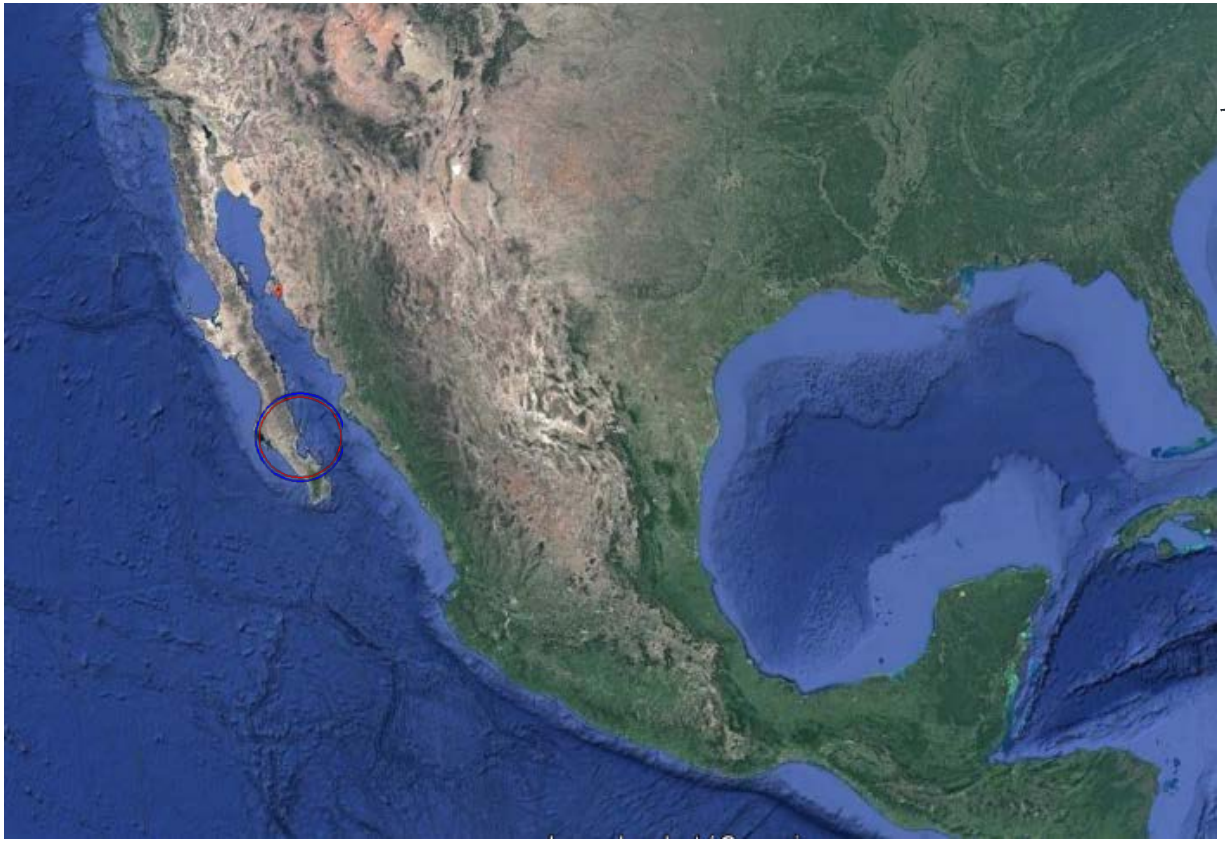
La información contenida en este reporte es un apoyo para el desarrollo del proyecto Los comentarios, afirmaciones, recomendaciones y conclusiones en este reporte, reflejan la opinión de los autores. Estas opiniones se basan en las condiciones del lugar, en pruebas específicas, observaciones e información que se obtuvieron para satisfacer el enfoque de servicios. El trabajo en su proyecto se llevó a cabo según los estándares y prácticas generalmente aceptadas por profesionales que proporcionan servicios en la localidad. En el caso de que haya cambios en el proyecto que se propone, las recomendaciones y conclusiones contenidas en este reporte deben revisarse para modificarse, tanto como sea necesario. Creemos que lo que encontramos en nuestro reporte satisface las necesidades de este proyecto y responden a sus intereses. Este reporte no es un documento obligatorio, cualquier contratista que revise este reporte debe sacar sus propias conclusiones en cuanto a las condiciones del lugar y técnicas específicas de construcción aplicables a este proyecto.

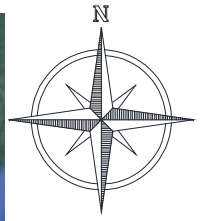
Atentamente:

C.c.p. Archivo.

ANEXO 1

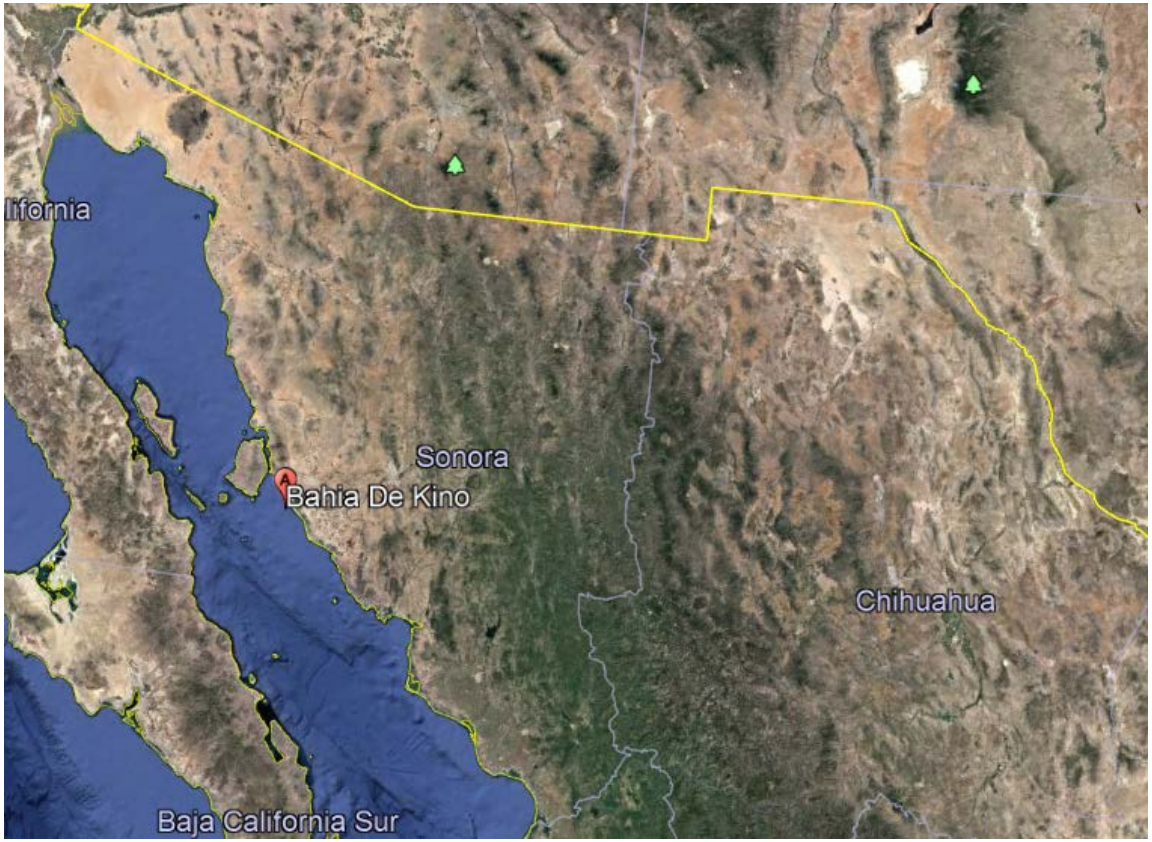
FIGURAS Y PLANOS





UBICACION DEL SITIO DEL PROYECTO EN EL ESTADO

OBRA:	CONSTRUCCION...DE...GEOTUBO...COSTERO
PROPIETARIO:	CONDOMINIOS...JACQUELYNN
TRABAJO:	ESTUDIO..DE..GEOTECNIA
CONCEPTO:	UBICACION..DEL..PROYECTO
ELABORADO POR:	ING.JESUS..ESTEBAN..LOPEZ..CHAMORRO.
LUGAR:	HERMOSILLO..SONORA
FECHA:	MARZO..DEL..2021
No.TRABAJO:	S/NUMERO
ESCALA:	S/ESCALA
FIGURA:	1



UBICACION DEL SITIO DEL PROYECTO EN LA CIUDAD

OBRA:	CONSTRUCCION...DE...GEOTUBO...COSTERO
PROPIETARIO:	CONDOMINIOS...JACQUELYNN
TRABAJO:	ESTUDIO..DE..GEOTECNIA
CONCEPTO:	UBICACION..DEL..PROYECTO...EN...LA...CIUDA
ELABORADO POR:	ING.JESUS..ESTEBAN..LOPEZ..CHAMORRO.
LUGAR:	HERMOSILLO..SONORA
FECHA:	MARZO..DEL..2021
No. TRABAJO:	S/NUMERO
ESCALA:	S/ESCALA
FIGURA:	2

SIMBOLOGIA

SPT

SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR

OBRA:	CONSTRUCCION...DE...GEOTUBO...COSTERO
PROPIETARIO:	CONDOMINIOS...JACQUELYNN
TRABAJO:	ESTUDIO..DE..GEOTECNIA
CONCEPTO:	UBICACION..DE..SONDEOS
ELABORADO POR:	ING.JESUS..ESTEBAN..LOPEZ..CHAMORRO.
LUGAR:	HERMOSILLO..SONORA
FECHA:	MARZO..DEL..2021
NO. TRABAJO:	S/NUMERO
ESCALA:	S/ESCALA
FIGURA:	3

ANEXO 2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO

SPT 1

PROYECTO : Construccion de Geotubo.
CONCEPTO Perfil Estatigrafico
LOCACION Bahia de kino, Sonora, Mexico
FECHA DE REPORTE: Marzo del 2021

HOJA 1 DE 1

DESCRIPCION DE LA ROCA	PROF. (m.)	SIMBOLO	% G	% A	% F	SUCS	P.V.N. (kg/m^3)	CONTENIDO DE AGUA (%) 10 20 30 40 50 60	N	∅
Arenas mal graduadas con algunas gravas y conchas color café de compacidad relativa suelta.	N.L.		6.2	91.3	2.5	SP	-------		7	
Arenas mal graduadas con trazas de gravas y conchas color café de compacidad relativa media.	1.0		1.6	94.9	3.6	SP	-------		11	
Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas color café de compacidad relativa media.			0.9	87.2	11.9	SP-SM	-------		11	
Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas color café de compacidad relativa suelta.	2.0		1.4	90.9	7.7	SP-SM	-------		3	
Limos y arenas con trazas de gravas y conchas color gris de consistencia media.	3.0		1.6	38.8	59.6	ML	-------		4	
	4.0									
	5.0									
	6.0									
	7.0									

NIVEL DE AGUA SUPERFICIAL ENCONTRADO SI X NO ___ PROFUNDIDAD _____ LOCALIZACION: X 409424 Y 3187047

SYMBOLOGIA

CLAVE	DESCRIPCION
	RELLENO, DESPALME, ESCOMBRO O BASURA
	ARCILLA
	LIMO
	ARENA
	GRAVA Y/O BOLEOS

CLAVE	DESCRIPCION
	GRANITO INTENSAMENTE FRACTURADO, BLANCO
	ROCA INTEMPERIZADA COLOR ROJIZO
	INTRUSION INTENSAMENTE FRACTURADA, MUY DURA
	INTRUSION IGNEA DURA FISURADA

CLAVE	DESCRIPCION
N.L.	NIVEL DEL TERRENO NATURAL
N.A.S.	NIVEL DE AGUAS SUPERFICIALES
G	GRAVAS (%)
S	ARENAS (%)
F	FINOS (%)
N.V.W	PESO VOLUMETRICO NATURAL (kg/m^3)

CLAVE	DESCRIPCION
C	COHESION
∅	ANGULO DE FRICCION
U.C.S.	SISTEMA UNIFICADO
○	HUMEDAD NATURAL
□	LIMITE LIQUIDO
△	LIMITE PLASTICO

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO
SPT 2

PROYECTO : Construccion de Geotubo.
CONCEPTO Perfil Estatigrafico
LOCACION Bahia de kino, Sonora, Mexico
FECHA DE REPORTE: Marzo del 2021

HOJA 1 DE 1

DESCRIPCION DE LA ROCA	PROF. (m.)	SIMBOLO	% G	% A	% F	SUCS	P.V.N. (kg/m³)	CONTENIDO DE AGUA (%) 10 20 30 40 50 60	N	∅
Arenas mal graduadas con trazas de conchas color café de compacidad relativa suelta.	N.L.		0.4	97.9	1.7	SP	------		8	
Arenas mal graduadas con trazas conchas color café de compacidad relativa suelta.			0.2	98.4	1.5	SP	------		7	
Arenas mal graduadas con algunas conchas color café de compacidad relativa suelta.			7.4	90.0	2.6	SP	------		8	
Arenas mal graduadas con algunas conchas color café de compacidad relativa suelta.	1.0		6.1	90.7	3.2	SP	------		5	
Arenas mal graduadas con trazas de conchas color café de compacidad relativa suelta.			2.8	95.0	2.2	SP	------		5	
	2.0									
	3.0									
	4.0									
	5.0									
	6.0									
	7.0									

NIVEL DE AGUA SUPERFICIAL ENCONTRADO SI X NO ___ PROFUNDIDAD 1.5 de tirante agua. LOCALIZACION: X 409389 Y 3187003

SYMBOLOGIA

CLAVE	DESCRIPCION
	RELLENO, DESPALME, ESCOMBRO O BASURA
	ARCILLA
	LIMO
	ARENA
	GRAVA Y/O BOLEOS

CLAVE	DESCRIPCION
	GRANITO INTENSAMENTE FRACTURADO, BLANCO
	ROCA INTEMPERIZADA COLOR ROJIZO
	INTRUSION INTENSAMENTE FRACTURADA, MUY DURA
	INTRUSION IGNEA DURA FISURADA

CLAVE	DESCRIPCION
N.L.	NIVEL DEL TERRENO NATURAL
N.A.S.	NIVEL DE AGUAS SUPERFICIALES
G	GRAVAS (%)
S	ARENAS (%)
F	FINOS (%)
N.V.W	PESO VOLUMETRICO NATURAL (kg/m³)

CLAVE	DESCRIPCION
C	COHESION
∅	ANGULO DE FRICCION
U.C.S.	SISTEMA UNIFICADO
○	HUMEDAD NATURAL
□	LIMITE LIQUIDO
△	LIMITE PLASTICO

ANEXO 3

PRUEBAS DE LABORATORIO

RESUMEN TABULAR DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: **CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de Reporte: **31/03/2021**
Direccion: **Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino, Son.**	
Proyecto: **Construccion de Geotubo.**	Ubicación: **Bahia de Kino, Sonora.**

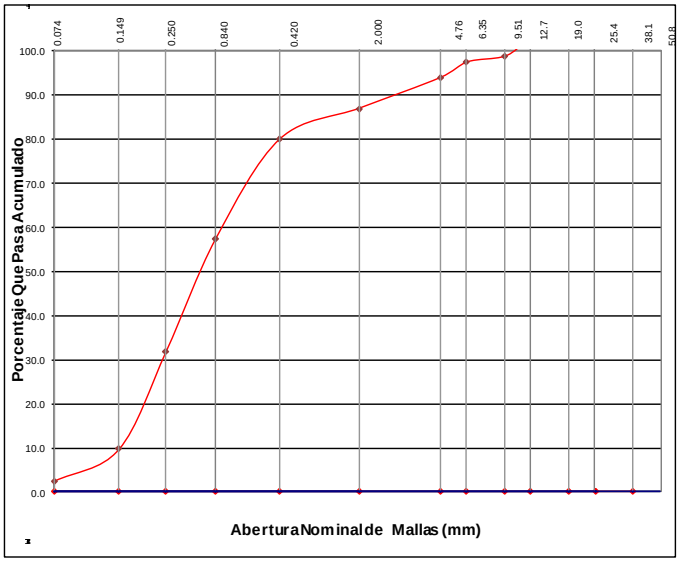
Procedencia de la muestra:			GRAVAS	ARENAS	FINOS	LIMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLASTICO (%)	ÍNDICE PLASTICO (%)	wnat (%)	S.U.C.S
SPT	Muestra	Profundidad (m)	(%)	(%)	(%)					
1	1	0.00-0.60	6.2	91.3	2.5	NO PLASTICO			18.6	SP
1	2	0.60-1.20	1.6	94.9	3.5	NO PLASTICO			20.3	SP
1	3	1.20-1.80	0.9	87.2	11.9	NO PLASTICO			21.7	SP-SM
1	4	1.80-2.40	1.4	90.9	7.7	NO PLASTICO			22.5	SP-SM
1	5	2.40-3.00	1.6	38.8	59.6	NO PLASTICO			48	ML
2	1	0.00-0.60	0.4	97.9	1.7	NO PLASTICO			26.8	SP
2	2	0.60-1.20	0.2	98.4	1.4	NO PLASTICO			20.28	SP
2	3	1.20-1.80	7.4	90.0	2.6	NO PLASTICO			27.1	SP
2	4	1.80-2.40	6.1	90.7	3.2	NO PLASTICO			23.6	SP
2	5	2.40-3.00	2.8	95.0	2.2	NO PLASTICO			19.8	SP

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 1, Muestra 1**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**0.00 - 0.60 m.**	Características del material:	**Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***98.7***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***97.4***
Malla No. 10 (2 mm)	***87.0***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***80.0***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***57.4***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***32.0***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***9.7***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***2.5***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**6.2**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**9.50**	**----**
	Arenas (%)	**91.3**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**2.5**				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

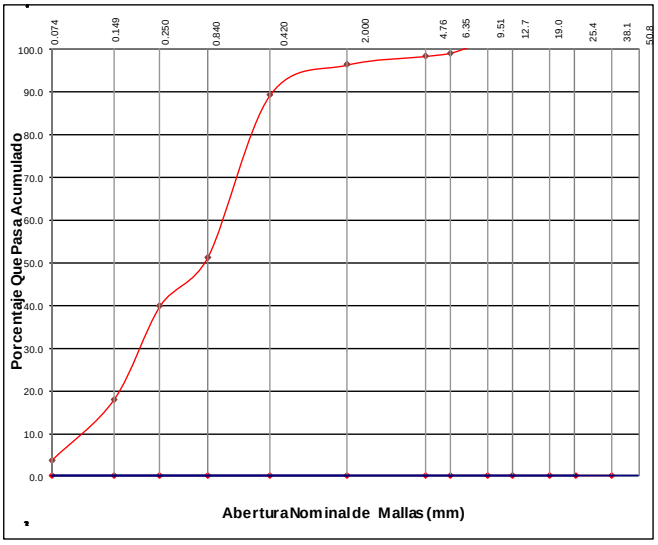
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**	
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 1, Muestra 2**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**	
Profundidad:	**0.60 - 1.20 m.**	Características del material:	**Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas y conchas color café.**	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***99.3***
Malla No. 10 (2 mm)	***96.4***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***89.4***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***51.4***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***39.9***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***17.9***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***3.6***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	1.6	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	4.75	----
	Arenas (%)	94.9		Relación 0,075/0,425	-	
	Finos (%)	3.6				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

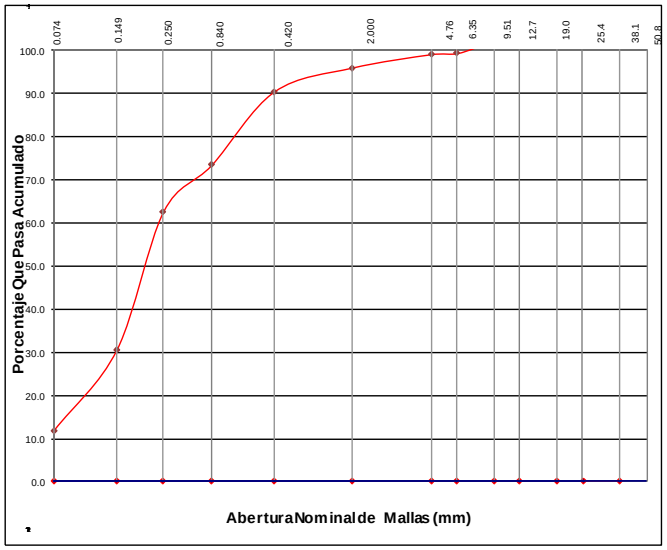
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 1, Muestra 3**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**1.20-1.80 m.**	Características del material:	**Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***99.3***
Malla No. 10 (2 mm)	***96.0***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***90.5***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***73.4***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***62.6***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***30.7***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***11.9***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**0.9**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**4.75**	**----**
	Arenas (%)	**87.2**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**11.9**				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

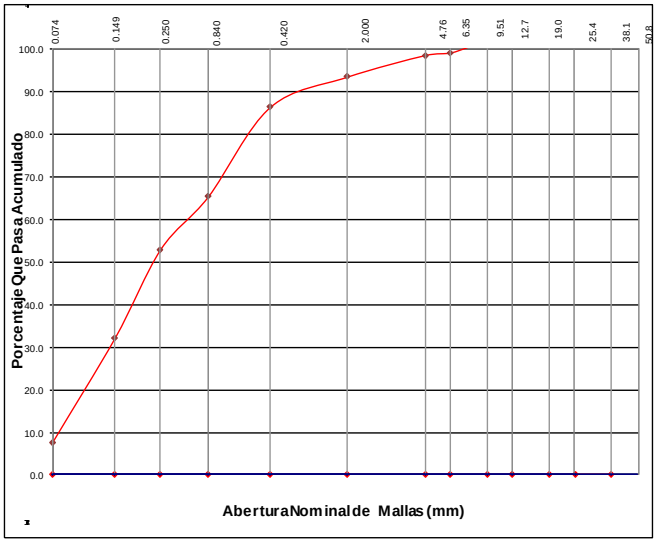
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 1, Muestra 4**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**1.80-2.40 m.**	Características del material:	**Arenas limosas mal graduadas con trazas de gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***99.2***
Malla No. 10 (2 mm)	***93.5***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***86.5***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***65.4***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***53.0***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***32.1***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***7.7***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	NO PLASTICO	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	1.4	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	4.75	----
	Arenas (%)	90.9		Relación 0,075/0,425	-	
	Finos (%)	7.7				

Observaciones:	N/E = No especificado N/M = No medido N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

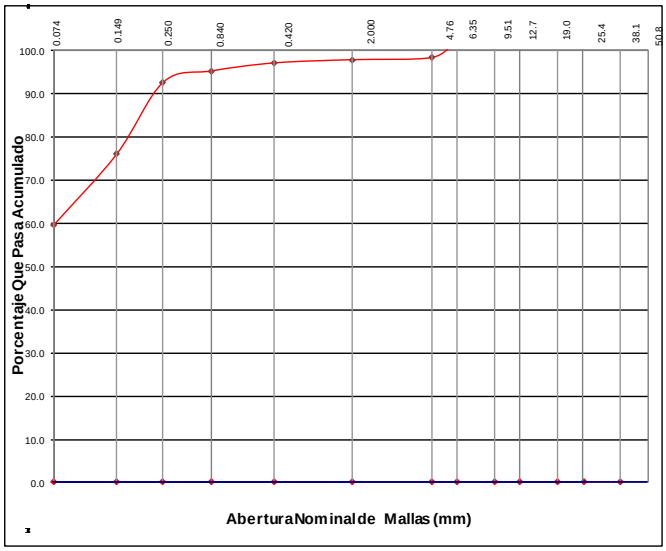
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**	
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 1, Muestra 5**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**	
Profundidad:	**2.40-3.0 m.**	Características del material:	**Limos y arenas con trazas de gravas con concha color gris.**	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***100.0***
Malla No. 10 (2 mm)	***97.9***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***97.1***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***95.3***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***92.7***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***76.0***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***59.6***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**1.6**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**4.75**	**----**
	Arenas (%)	**38.8**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**59.6**				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

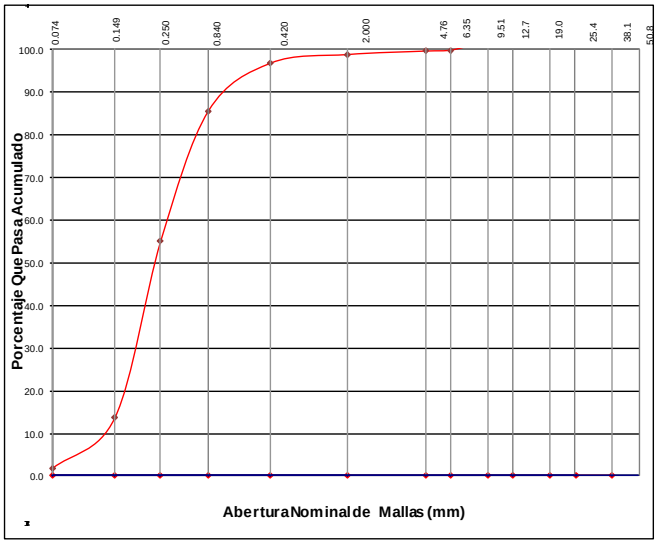
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**	
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 2, Muestra 1**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**	
Profundidad:	**0.0-0.60 m.**	Características del material:	**Arenas mal al graduadas limosas con trazas de grvas y conchas color café.**	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***99.9***
Malla No. 10 (2 mm)	***98.9***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***96.9***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***85.6***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***55.1***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***13.6***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***1.7***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**0.4**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**4.75**	----
	Arenas (%)	**97.9**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**1.7**				

Observaciones:	N/E = No especificado N/M = No medido N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

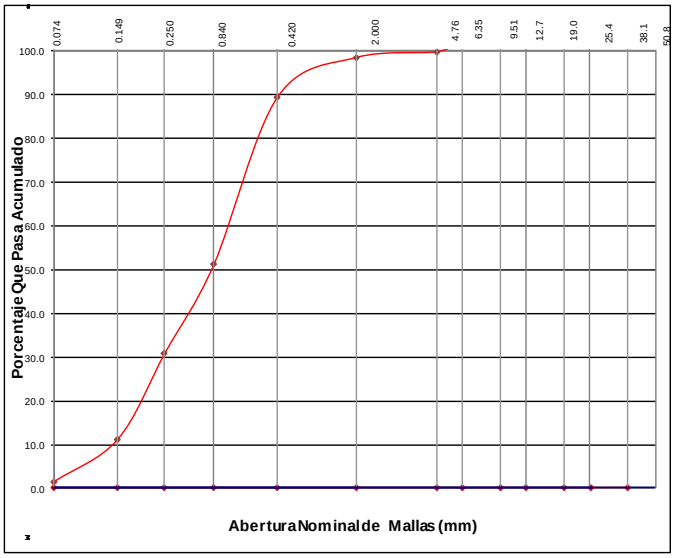
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 2, Muestra 2**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**0.60-1.20 m.**	Características del material:	**Arenas mal al graduadas limosas con trazas de gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***100.0***
Malla No. 10 (2 mm)	***98.5***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***89.6***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***51.2***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***30.9***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***11.2***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***1.5***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**0.2**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**4.75**	**----**
	Arenas (%)	**98.4**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**1.5**				

Observaciones:	N/E = No especificado N/M = No medido N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

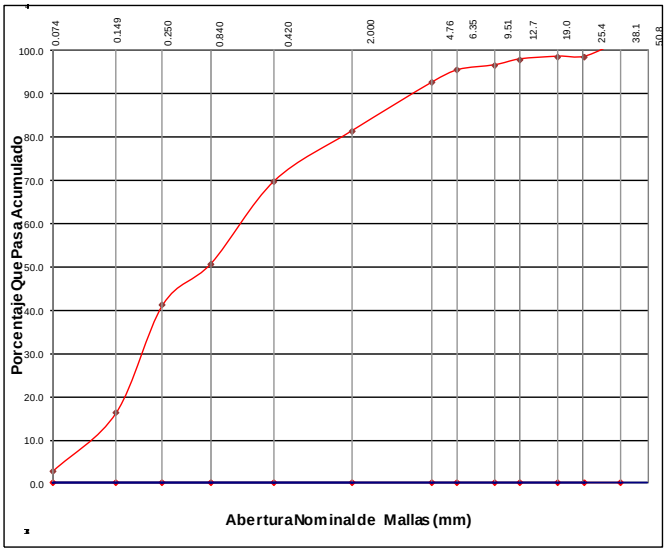
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 2, Muestra 3**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**1.20-1.80 m.**	Características del material:	**Arenas mal al graduadas limosas con algunas gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***98.6***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***98.6***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***98.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***96.6***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***95.5***
Malla No. 10 (2 mm)	***81.4***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***69.8***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***50.7***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***41.1***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***16.2***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***2.6***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**7.4**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**4.75**	**----**
	Arenas (%)	**90.0**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**2.6**				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

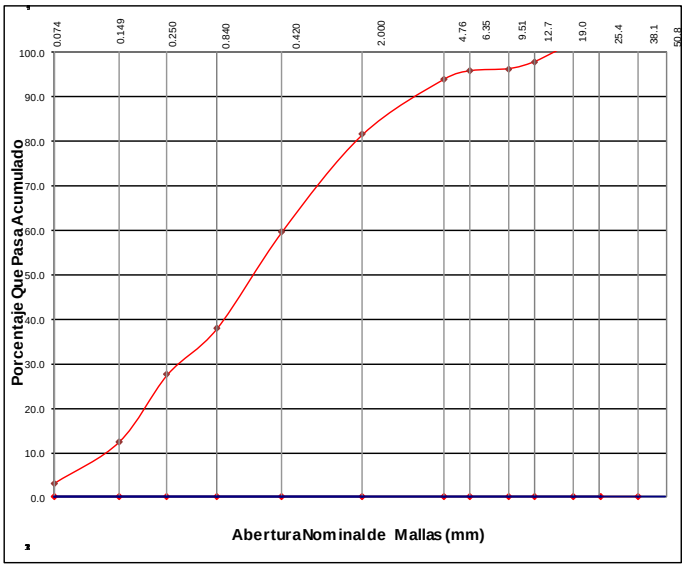
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por: **Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 2, Muestra 4**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**
Profundidad:	**1.80-2.40 m.**	Características del material:	**Arenas mal al graduadas limosas con algunas gravas y conchas color café.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***98.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***96.4***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***95.9***
Malla No. 10 (2 mm)	***81.5***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***59.7***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***38.0***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***27.6***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***12.5***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***3.2***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**6.1**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**19.10**	**----**
	Arenas (%)	**90.7**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**3.2**				

Observaciones:

N/E = No especificado
N/M = No medido
N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

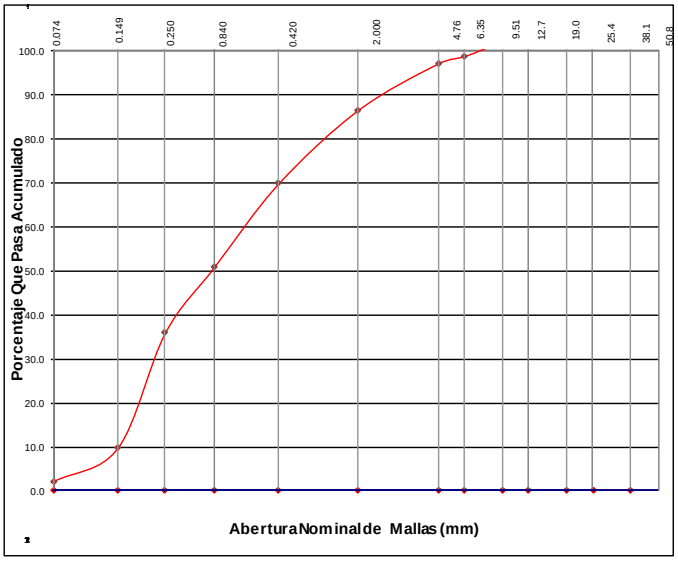
Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

INFORME DE PROPIEDADES FISICAS DE SUELOS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		
Cliente:	**CONDOMINIOS JACQUELYNN**	Fecha de informe:	**31 marzo 21**	
Dirección:	**Avenida del Paraiso en el Estero, Bahia de Kino,**	Muestreado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Proyecto:	**Construccion de Geotubo.**	Transportado por:	**Esteban Lopez**	Fecha: **16 mar 21**
Procedencia:	**SPT 2, Muestra 5**	Localización:	**Bahia de Kino, Sonora**	
Profundidad:	**2.40-3.0 m.**	Características del material:	**Arenas mal al graduadas limosas con trazas de gravas y conchas color café.**	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

No. Malla (abertura en mm)	Porcentaje que pasa (%)
Malla 3" (76,2 mm)	***100.0***
Malla 2" (50,8 mm)	***100.0***
Malla 1 1/2" (38,1 mm)	***100.0***
Malla 1" (25,4 mm)	***100.0***
Malla 3/4" (19,1 mm)	***100.0***
Malla 1/2" (12,7 mm)	***100.0***
Malla 3/8" (9,5 mm)	***100.0***
Malla No. 4 (4,75 mm)	***98.9***
Malla No. 10 (2 mm)	***86.6***
Malla No. 20 (0,85 mm)	***69.9***
Malla No. 40 (0,42 mm)	***50.9***
Malla No. 60 (0,25 mm)	***36.0***
Malla No. 100 (0,15 mm)	***9.8***
Malla No. 200 (0,07 mm)	***2.2***



RESULTADOS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTE ENSAYO

Ensayo		Resultado	Norma	Ensayo	Resultado	Norma
Muestreo		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Desgaste de los Ángeles (%)	N/M	NMX-C-196-1984
Reducción y Preparación de la Muestra		N/E	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Equivalente de arena (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca suelta (kg/m³)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Limite liquido (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Densidad seca máxima (kg/m³)		N/M	ASTM D 698	Limite plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Humedad optima (%)		N/M	ASTM D 698	Índice plástico (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Valor relativo de soporte estándar (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Contracción Lineal (%)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
VRS al 95% compactación (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de arenas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Expansión (%)		N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Densidad de gravas (kg/dm³)	N/M	NMX-C-416-ONNCCE-2003
Análisis granulométrico	Gravas (%)	**2.8**	NMX-C-416-ONNCCE-2003	Tamaño máximo (mm)	**19.10**	**----**
	Arenas (%)	**95.0**		Relación 0,075/0,425	**-**	
	Finos (%)	**2.2**				

Observaciones:	N/E = No especificado N/M = No medido N/A = No aplica

Especificaciones:

Los resultados expresados en este informa, representan a los especímenes ensayados y no proporciona valoración sobre lotes de muestras.

Revisado y autorizado por: _____

Éste reporte no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin la aprobación previa de JH&Asociados.

ANEXO 4

MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

JH&ASOCIADOS

ANALISIS DE CAPACIDAD DE CARGA A PARTIR DE INFORMACION DE ENSAYES DE PENETRACION STANDARD ASTM D1586

RESUMEN DE RESULTADOS ATENDIENDO LAS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL DISTRITO FEDERAL PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES, EDICION 2004

Nombre del Proyecto: **Geotubo de Porteccion de Costa**
Estructura: **Terrea**
Cliente: **Condominios Jacquelynn**
Direccion: **Avenida del Paraiso en el Estero**
Bahia de Kino, Sonora.
Fecha: **mar.-21**

Caracteristicas de cimentación
Ancho de cimentación = B = 1 m
Largo de cimentación = L = 10 m
**Tipo:
Rectangular (si=1, no=0) 1

Tipo de Suelo
Friccionante
Se desprecia la cohesion

edades mecánicas del Pozo de exploración: SPT1 Factor de Resistencia = FR = 0,35

NAF = 0,20 m

profundidad de (m)	profundidad a (m)	profundidad de (ft)	profundidad a (ft)	N # golpes	naturaleza del suelo finos (%)	naturaleza del suelo tipo (cohesión y fricción)	consistencia/compacidad	γ_{sat} en eventual saturación (Kg/m^3)	γ_{sat} en eventual saturación pcf	$\sigma_{efectivo}$ promedio psf	suelo puramente friccionante Cn	N' Cn x N # golpes	Nmax 50 max # golpes	ϕ * grados	ϕ grados	c (Kg/cm^2)	γD_f (t/m^3)	N_q	N_γ	N_c	Capacidad de Carga Neta (t/m^2)	Capacidad de Carga Bruta (t/m^2)	Df (m)
0,00	0,60	0,00	1,97	7	2,5	puramente friccionante	/suelta	1530	95,5	32,6	2,0	14	14	28,8	25,1	0,00	0,46	10,78	11,03	5,65	**4,5**	**4,9**	**0,30**
0,60	1,20	1,97	3,94	11	3,6	puramente friccionante	/media densa	1540	96,1	98,4	2,0	22	22	29,8	26,0	0,00	1,39	11,87	12,57	6,43	**8,8**	**10,2**	**0,90**
1,20	1,80	3,94	5,91	11	11,9	friccionante, escasa cohesón	/media densa	1560	97,4	166,0	2,0	22	22	29,8	26,0	0,00	2,34	11,87	12,57	7,20	**12,7**	**15,0**	**1,50**
1,80	2,40	5,91	7,87	3	7,7	friccionante, escasa cohesón	/muy suelta	1520	94,9	163,6	1,8	5	5	27,7	22,8	0,00	3,19	8,53	8,03	7,84	**10,9**	**14,1**	**2,10**
2,40	3,00	7,87	9,84	4	59,6	cohesivo, escasa fricción	blanda/	1520	94,9	232,5	1,6	6	6	28,0	22,0	0,00	4,10	7,85	7,16	7,84	**12,1**	**16,2**	**2,70**

SIMBOLOGÍA

q_{adm}= Capacidad de carga Admisible (T/m2), para zapatas aisladas, desplantadas a la profundidad "Df"
Df = Profundidad de desplante
N = número de golpes en prueba de penetración standard (ASTM D1586)
Cn = factor de corrección del número de golpes por profundidad, de acuerdo a las expresiones de Bazaraa (1967) para suelos "puramente friccionantes"
N' = Cn x N = número de golpes corregido
γ_{sat} = Peso por unidad de volúmen del suelo, en eventual saturación
ϕ' = ángulo de fricción interna inferido para suelos puramente friccionantes con N'
σ'_{hp} = Esfuerso horizontal pasivo, sobre las caras de la pila

ϕ = ángulo de fricción interna determinado en laboratorio, con ensaye de compresión triaxial "UU" (ASTM D2850)
c = cohesión del suelo, determinada en laboratorio, con ensaye de compresión triaxial "UU" (ASTM D2850)
γ_m = Peso por unidad de volúmen del suelo, con la humedad natural
γ_{Df} = sobrecarga a nivel de desplante
N_q = Coeficiente de capacidad de carga por sobrecarga
N_γ = Coeficiente de capacidad de carga por fricción
N_c = Coeficiente de capacidad de carga por cohesión
ρ_c = factor de corrección de Nc por geometria de cimentación.
Kp = Coheficiente de empuje pasivo de tierra

Los valores de cohesión "c" y angulo de fricción interna (ϕ) presentados en este reporte corresponden a una inferencia a partir del número de golpes en ensayes de penetración estándar, corregido con el factor de confinamiento correspondiente a cada profundidad, correlacionandolo con los resultados de ensayes triaxiales realizados sobre muestras tomadas en varios puntos de otros predios del mismo depósito natural de suelo.

ANEXO 5

INFORMACION SISMICA

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE LA CFE-DISEÑO POR SISMO

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS

31 de marzo de 2021

1 Introducción

La continuidad en el peligro sísmico integrado en la nueva versión del Capítulo de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE, requiere de una herramienta informática que pueda, de una forma sencilla, obtener la información necesaria para la construcción de los espectros de diseño.

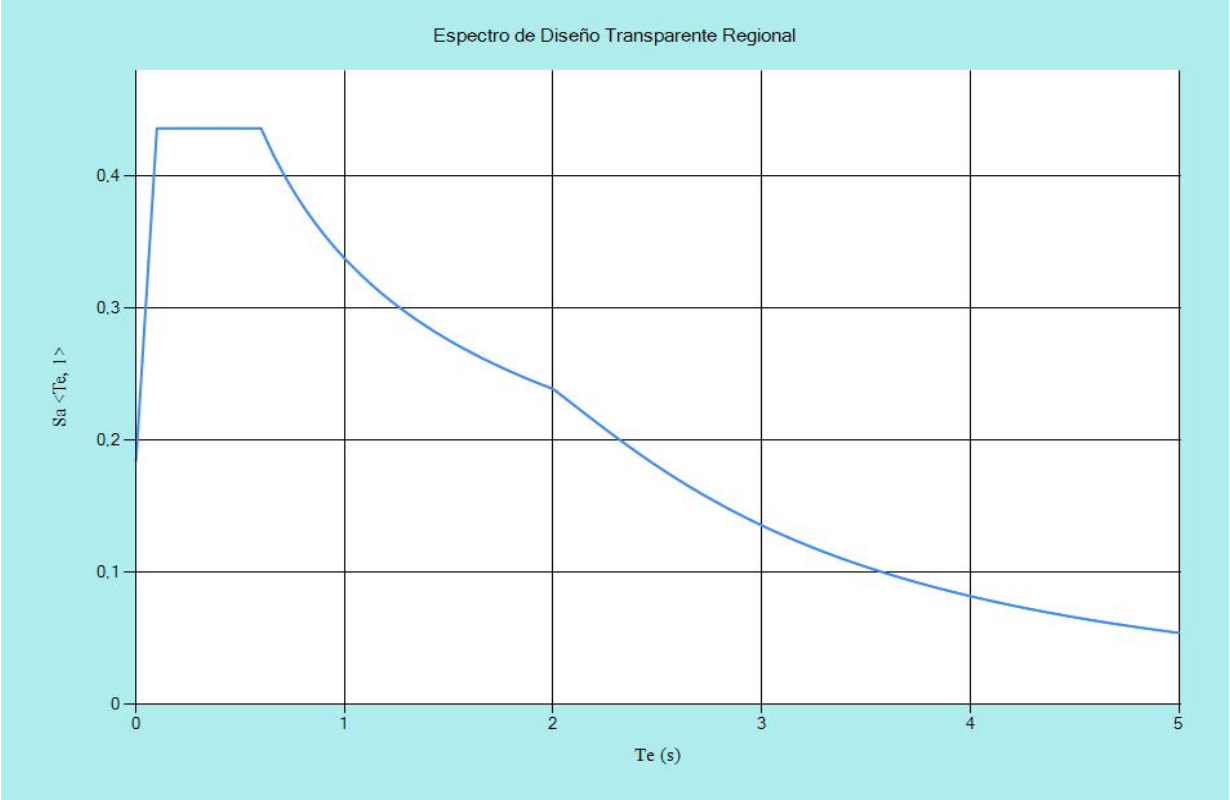
2 Espectros de diseño

Para la concepción de los espectros estipulados en este Manual se formuló la siguiente filosofía:

a) Los espectros de diseño varían en forma continua dentro del territorio mexicano.
b) La construcción de los espectros de diseño se inicia con un parámetro relacionado con el peligro sísmico, que es la aceleración máxima en terreno rocoso, y se continúa con factores con que se toman en cuenta las condiciones del terreno.
c) Las aceleraciones máximas en roca están asociadas a coeficientes de diseño que son óptimos para el estado límite de colapso de estructuras del Grupo B y corresponden periodos de retorno que varían espacialmente en forma continua.
d) Los espectros de diseño son transparentes, es decir, carecen de factores de reducción ajenos al peligro sísmico
e) Las ordenadas espectrales corresponden al 5% del amortiguamiento crítico estructural. Podrán modificarse cuando se justifique un valor de amortiguamiento diferente o se consideren efectos de interacción suelo–estructura.
f) A periodo estructural largo, los espectros de desplazamiento que se derivan de los espectros de aceleración tienden correctamente a los desplazamientos máximos del terreno
g) A periodo estructural largo, los espectros de desplazamiento que se derivan de los espectros de aceleración tienden correctamente a los desplazamientos máximos del terreno.
h) Se suministran espectros de diseño para el estado límite de servicio que no están afectados por la no linealidad del suelo.
i) Se proporcionan aceleraciones para tres niveles de importancia estructural: convencional (B), importante (A) y muy importante (A+) (sólo para zonas de alta sismicidad.)

3 Resultados

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	**C**	
Longitud	-111 O	Latitud	28 N
a0r:	180,88 cm/s²	a0:	180,88 cm/s²
c:	427,48 cm/s²	c:	427,48 cm/s²
		Ta:	0,1 s
		Tb:	0,6 s
		Tc:	2 s
		k:	1,5
		r:	0,5



ANEXO 6

CLASIFICACION DEL SUELO

CLASIFICACION DE MATERIAL

0123

7. Descripción.- Se entenderá por "excavación de zanjas, excavaciones para desplante de estructuras y cortes" las que se realicen según los niveles, dimensiones del proyecto y/o órdenes del Ingeniero para alojar y construir: tubería para las redes de agua potable, alcantarillado sanitario, descargas domiciliarias, cajas para operación de válvulas, pozos de visita, cárcamos, tanques de almacenamiento, obras de protección y de cualquier otra índole que requiera de movimiento de tierras; incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y cortes, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja o fuera del area de desplante de las estructuras, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichos trabajos por el tiempo que se requiera para alojar satisfactoriamente la tubería y las estructuras. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

7.1.- Alcances.- Esta especificación establece un procedimiento para clasificar los materiales para el pago de excavaciones y cortes. La Clasificación se hace en base a características físicas de suelos y rocas, que se determinan en pruebas de campo por el método de penetración estándar. Los porcentajes en que intervienen las distintas clasificaciones, dentro de una profundidad de suelo definida, se determine con escalas numéricas construidas a partir de pruebas hechas en campo dependiendo de las características físicas mencionadas.

7.2.- Clasificación de materiales para el pago de excavaciones.- La clasificación de un suelo, en cuanto a la dificultad para extraerlo, depende del grado de cementación y de la consistencia del material. En esta especificación se considerará la siguiente clasificación:

7.2.1.- MATERIAL "A".

Un material blando o muy suelto es 100% material "A", cuando su cementación (cohesión) medida en prueba de penetración estándar sea igual o menor a 25 golpes necesarios para hincar treinta (30) cm. dentro del suelo un sacamuestras normalizado.

Por lo general se consideran como material "A" los suelos de cultivo, los limos y las arenas, y los suelos poco o nada cementados con componentes de siete punto cinco (7.5) centímetros de tamaño.

7.2.2.- MATERIAL "B"

Un material de consistencia sólida es 100% material "B" cuando su cementación (cohesión) medida en prueba de penetración estándar sea igual a 60 golpes necesarios para hincar treinta (30) cm. dentro del suelo un sacamuestras normalizado. Además se considera como material "B" el

38-46

formado por piedras sueltas comprendidas entre (75) setenta y cinco y (7.5) siete punto cinco centímetros, rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blancas y tepetates.

7.2.3.- MATERIAL "C"

Un material es 100% material "C" cuando el número de golpes sea igual o mayor a 160 golpes en prueba de penetración estándar necesarios para hincar treinta (30) cm. dentro del material un sacamuestras normalizado.

El material "C" incluye rocas basálticas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas, las piedras sueltas mayores de (75) setenta y cinco centímetros, o que para ser extraído se necesite emplear explosivos.

7.3.- Además de estas clasificaciones, se pueden establecer otras dos (2) intermedias, según la requiera el caso y según el número de golpes que nos indiquen las gráficas en pruebas de penetración estándar siguientes:

ANEXO 7

INFORME FOTOGRÁFICO

Imagen panorámica en el sitio donde se realizó la exploración del STP1 en proyecto de Geotubo para la protección de la Playa en Bahía de Kino, Sonora.

Fotos del sondeo SPT 1 donde se puede observar al personal realizando los trabajos de perforación y muestreo d, en este sondeo se tomaron muestras de suelo hasta una profundidad de 3.00 m.

Fotografías tomadas en el sondeo SPT 1, donde se puede observar las muestras obtenidas, aquí se muestra hasta la profundidad de 0.0 a 2.40 m.

Fotografías tomadas en el sondeo SPT 2, profundizado hasta los 2.00 m bajo lecho del mar

Fotografías del sondeo SPT 2, se adema el sondeo con tubería de PVC, después por su interior se va extrayendo el material y tomando muestras a intervalos seleccionados. En este sondeo se tomaron muestras hasta la profundidad de 2.00 m.

Después de excavar y llegar a la profundidad deseada se realiza la prueba de SPT con el equipo a escala, el cual está debidamente normado

ANEXO 8.
VIDEO DE LA ZONA TOMADO CON DRON