



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE GEOGRAFÍA

---

---



LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

**EXPERIENCIA EN LA COORDINACIÓN INTERDISCIPLINARIA DEL  
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE VERACRUZ**

**Memoria**

Para obtener el título de Licenciado en Geografía y Ordenación del  
Territorio

Presenta:

**ALEXANDRO LARA COSIO**

Asesor:

**DR. JESÚS GASTÓN GUTIÉRREZ CEDILLO**

Toluca, México, febrero 2019.

## Índice

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1. MARCO INSTITUCIONAL.....	9
1.1 Organigrama de la institución.....	9
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL.....	15
2.1 Actividad desarrollada en el proyecto .....	16
2.1.1 Elaboración del Sistema de Información Geográfica (SIG), según los límites de la nueva poligonal para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano .....	16
2.1.2 <i>Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se establece el proyecto.</i> .....	18
1. Aproximación de Escalas Jerárquicas Anidadas. ....	21
2. Zonificación Ecológica Del SAR. ....	25
3. Definición de los límites del SAR.....	28
4. Porción terrestre del SAR.....	28
5. Porción marina del SAR. ....	30
6. Área de influencia. ....	31
2.1.3 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR) .....	33
2.1.4 Elaboración de material cartográfico .....	34
CAPÍTULO 3 RESULTADOS DEL PROYECTO .....	34
3.1 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.....	34
Zonificación Ecológica del SAR. ....	35
3.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR) ...	38
3.2.1 Porción terrestre del SAR. ....	38
Ubicación del SAR en el territorio del estado de Veracruz .....	38
Clima.....	41
Fisiografía.....	51
Geomorfología .....	54

Actividad Sísmica.....	61
Suelos.....	65
Hidrología superficial.....	69
3.3 Discusión.....	72
3.3.1 Problemática identificada .....	72
3.3.2 Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG), ya actualizado según los límites de la nueva poligonal para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano, para la elaboración de material cartográfico .....	74
3.3.3 Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental .....	75
3.3.4 Aportaciones y sugerencias.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	77

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama de la Consultora Energías Barnard .....	9
Figura 2. Organigrama del proyecto de elaboración de la Manifestación de impacto ambiental modalidad regional de la ampliación del puerto de Veracruz...	12
Figura 3. Ecotonos De La Zona Costera .....	23
Figura 4. Factores de heterogeneidad.....	26
Figura 5. Ecotonos en el SAR. ....	27
Figura 6. Delimitación resultante del SAR.....	28
Figura 7. Porción terrestre del SAR .....	29
Figura 8. Porción marina del SAR.....	31
Figura 9. Área de influencia .....	33
Figura 10. Golfo de México Sur (14) y Zona Nerítica de Veracruz (14.1.1).35	
Figura 11. Ficha Técnica de la ecorregión Golfo de México Sur. ....	35
Figura 12. Criterios para la identificación de factores de heterogeneidad en el SAV.....	37
Figura 13. Ubicación del Estado de Veracruz dentro del territorio nacional y su división por regiones. ....	39
Figura 14. Ubicación del proyecto dentro de la región del Sotavento .....	40
Figura 15. Integración Municipal del SAR .....	41
Figura 16. Distribución de climas de la porción terrestre del ..... Sistema Ambiental Regional.....	42
Figura 17. Características climatológicas generales de los ..... municipios incluidos en la porción terrestre del SAR. ....	43
Figura 18. Estaciones meteorológicas incluidas para la caracterización climatológica. ....	45
Figura 19. Localización de las estaciones meteorológicas usadas para la caracterización climatológica. ....	46
Figura 20. Información Estaciones meteorológicas. ....	46
Figura 21. Precipitación media anual en el Sistema Ambiental Regional....	49
Figura 22. Distribución de las temperaturas medias anuales en el Sistema Ambiental Regional. ....	50
Figura 23. Resultados del análisis climatológico .....	51
Figura 24. Provincias fisiográficas del SAR .....	52
Figura 25. Mapa de altimetría del SAR. ....	53
Figura 26. Mapa geológico del SAR y sus vecindades.....	55
Figura 27. Datos de los sondeos del estudio geotécnico. ....	56
Figura 28. Datos de los piezómetros del estudio geotécnico.....	57
Figura 29. Correlación de datos. ....	58

Figura 30. Movimiento de la Placa de Cocos. ....	61
Figura 31. Localización de los sismos de mayor magnitud entre 1964-1998 .....	63
Figura 32. Sismos registrados en las cercanías al SAR.....	64
Figura 33. Mapa de edafología.....	66
Figura 34. Características generales de los suelos de la zona de estudio..	67
Figura 35. Hidrología superficial del Sistema Ambiental Regional .....	71

## RESUMEN

Este documento pretende mostrar la actuación de la consultora ambiental, en el proceso de desarrollo de impacto ambiental; modalidad regional, del proyecto de ampliación del puerto de Veracruz.

Debido a su naturaleza; los alcances políticos, sociales, ecológicos y económicos; la ampliación requirió del uso de una conjunción de especialistas y del trabajo multidisciplinario. El problema principal recae en la necesidad de coordinar, manejar y obtener los datos y análisis de distintas disciplinas y traducirlas a términos coloquiales cuando es necesario, utilizando una metodología basada en la investigación holística.

La holística es un modelo que surge de la necesidad de trabajar dinámicas, métodos y técnicas investigativas que respondan al ciclo natural del ser humano, proporcionando criterios de apertura con una metodología integral; en un proceso global, evolutivo, integrador, concatenado y organizado a manera de grupos disciplinares.

Elegí esta metodología ya que la geografía es una disciplina holista la cual toma ciencias duras como matemáticas, física, química, entre otras, aunada con disciplinas humanísticas y sociales como historia, antropología y psicología.

La metodología fue prejuzgada y encontró resistencia por los administrativos involucrados, pero el apoyo profesional de los expertos, hizo cambiar su imagen y se logró una plena aceptación del proyecto.

El proyecto de la MIA (Manifestación de Impacto Ambiental). Llegó a buen término concluyendo en un análisis robusto fundamentado científicamente, que cumple con su objetivo base; que es la protección al ambiente, sin dejar su aprovechamiento que el ser humano requiere sobre el mismo. Su enfoque holístico permitió que fuera políticamente aceptado y socialmente adoptado.

## INTRODUCCIÓN

El tema de este trabajo es la experiencia adquirida en el desarrollo del proyecto de ampliación del puerto de Veracruz y la elaboración del documento oficial para aprobación del mismo en términos ambientales. Este proyecto se conoce como “Manifestación de Impacto Ambiental Regional para la ampliación del puerto de Veracruz”.

El proyecto fue solicitado por la Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER) a la consultora “ENERGÍAS BARNARD “donde laboro. Mi responsabilidad fue la coordinación interdisciplinaria y logística del estudio, así como de la participación en los análisis y elaboración de distintas disciplinas del proyecto.

De manera inicial APIVER, contrata a nuestra empresa para organizar los datos de monitoreo de aguas, que le hace otra empresa por considerarlos erráticos, dando una imagen incompleta de la situación medioambiental de las aguas circundantes del puerto.

Mediante el uso de un sistema de información geográfica, se localizó el error y se logró corregir el procedimiento de monitoreo; posteriormente APIVER nos solicitó determinar posibles lugares para un nuevo puerto secundario al de Veracruz; una vez hecho esto, se determinó el sitio de ampliación.

El contrato con APIVER incluyó la elaboración del modelo arquitectónico; desarrollo de la Manifestación de impacto ambiental regional (MIAR) y el seguimiento de los puntos de monitoreo marino de APIVER, así como el desarrollo de nuevos puntos y programas de monitoreo, de las aguas que circundan el nuevo puerto.

Debido a la ubicación actual del puerto de Veracruz este lleva una interacción cercana con el Parque Marino Nacional “Sistema Arrecifal Veracruzano”, siendo una prioridad, el análisis de los arrecifes cercanos, lo que se hizo necesario coordinarlo directamente con la Secretaria de Ecología y con la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, lo que me permitió relacionarme con la iniciativa privada, con expertos

en distintos ramos, con empresas constructoras, con diversas secretarías federales y estatales, así como con los actores sociales más importantes en la región.

Es por ello que seleccioné esta experiencia en particular, ya que en mi opinión ha sido de las más importantes y complejas por la atención de diversos actores sociales y ecológicos que se involucraron y por las relaciones interdisciplinarias que tuve que realizar para llevar a buen término el proyecto.

Finalmente es importante resaltar que el uso de los sistemas de información geográfica como medio de estandarización y herramienta logística es superior a las capacidades del sistema que generalmente se usa como herramienta de desarrollo cartográfico, pero este resultado es posible cuando una persona con visión integral como es un geógrafo esté detrás del desarrollo e implementación del SIG fomentando el desarrollo de una verdadera interacción interdisciplinaria en un proyecto tan complejo.



## CAPÍTULO 1. MARCO INSTITUCIONAL

### 1.1 Organigrama de la institución

La consultoría “Energías Barnard” en la que laboro tiene su principal actividad en el desarrollo de proyectos de protección al ambiente como son: manifestaciones de impacto ambiental, ordenamientos ecológicos, definición y planes de manejo de áreas protegidas, entre otros. Con la incorporación de técnicas en geografía y con el uso de Sistemas de información geográfica, se ha incursionado en: atlas de riesgos, Sistemas inteligentes de monitoreo, proyectos de ingeniería de transporte, diseño y manejo de rellenos sanitarios, entre otros.

**Figura 1. Organigrama de la Consultora Energías Barnard**



Fuente: Elaborado por Energías Renovables Barnard

1. Junta General:

este es el estatus más alto de la consultoría, integrada por los socios fundadores, su principal función es el buscar contratos, aprobarlos, y decidir qué proyectos se llevarán a cabo.

2. Director general:

Este se encarga de la elaboración de los contratos y de llevar la logística de los tiempos de los proyectos; así como de priorizar el desarrollo de los mismos y ser el enlace entre los promoventes y la consultoría. programa y realiza las reuniones con los promoventes y los diversos actores sociales y políticos involucrados.

3. Coordinador administrativo:

Este se encarga del manejo financiero, aprueba, reparte y audita los recursos. realiza los pagos de servicios y personal, vigila los insumos y gastos de viaje, materiales y costos de operación que realizan los técnicos y expertos involucrados. En conjunto con el coordinador de proyectos y el director general realiza los presupuestos y la programación de la adquisición y mantenimiento de los equipos y herramientas con los que la consultoría trabaja.

4. Coordinador de proyectos:

Su principal función es estandarizar la calidad y forma de la información de los expertos para eficientar los cronogramas de actividades y la logística de los diversos proyectos. Llevar a cabo la organización y supervisión de los expertos involucrados, así como la planeación de la adquisición, actualización y mantenimiento de los equipos y herramientas de la consultoría. Apoya y dirige a cada director de proyecto. En el caso de que solo exista un solo proyecto funge como director del proyecto.

5. Contador:

La función del contador es llevar las finanzas de la consultoría, manejo de los documentos hacendarios, así como del control y registro de todas las operaciones realizadas.

6. Abogado:

Elaboración y cumplimiento de los contratos y las obligaciones legales que la consultoría adquiere. Interviene en la elaboración y revisión de la parte legal de los estudios.

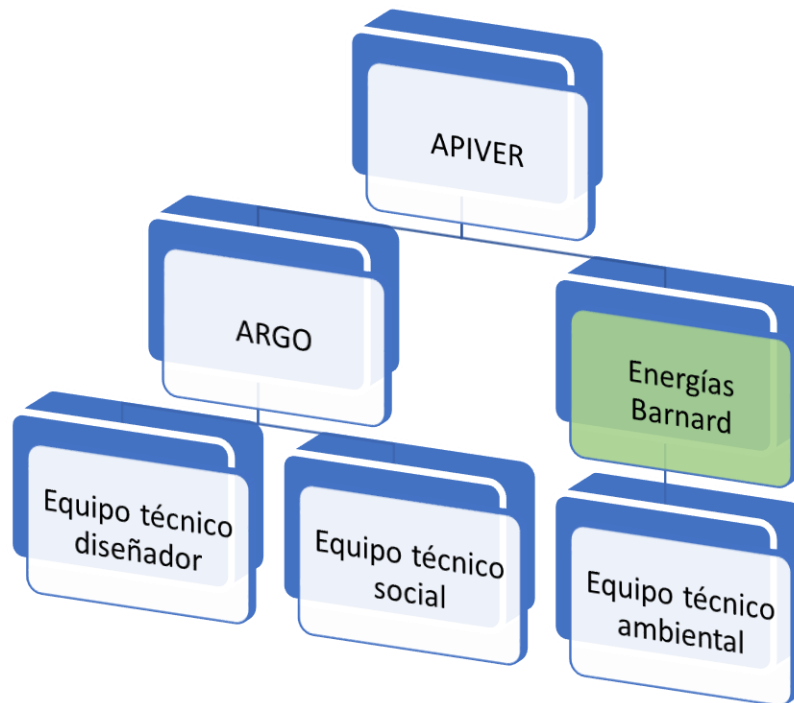
7. Director de proyecto:

Cuando se lleva a cabo más de un proyecto al mismo tiempo se encarga de la logística y revisión de un proyecto en específico,

## 1.2 Organigrama del proyecto de elaboración de la Manifestación de impacto ambiental modalidad regional de la ampliación del puerto de Veracruz

Solo abarca el proyecto de elaboración de la Manifestación de impacto ambiental modalidad regional de la ampliación del puerto de Veracruz.

**Figura 2. Organigrama del proyecto de elaboración de la Manifestación de impacto ambiental modalidad regional de la ampliación del puerto de Veracruz**



Fuente: Elaboración personal

Para este proyecto fue necesario contar con la colaboración de nuestra consultora hermana “ARGO consultores”, en el organigrama se muestran los actores que intervinieron en el desarrollo del proyecto. a continuación, se describen brevemente las actividades y responsabilidades de los antes mencionados.

**APIVER:** son las siglas de “Administración Portuaria Integral de Veracruz”, que es la empresa administradora del puerto internacional de Veracruz, institución

promoviente del proyecto de la MIA regional. Como contratante esta institución nos muestra sus necesidades y el diseño arquitectónico y de ingeniería para la ampliación del puerto. Además de marcar las pautas de tiempos y gastos del mismo.

**ARGO:** Es la consultora que oficialmente desarrolla la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

**Energías Barnard:** es aquí, donde Laboro, desarrolló la parte geográfica y ambiental. Establece los subgrupos de trabajo necesarios para elaborar la MIA, así como el contacto político y social necesario para llevar el proyecto, también se encargó del desarrollo cartográfico, del análisis espacial y ambiental regional establecido para el proyecto de ampliación, así como del establecimiento de los impactos ambientales y la determinación de las propuestas de medidas de mitigación.

**Equipo técnico diseñador:** este equipo evaluó y ajustó el proyecto de ingeniería y arquitectura, modificando y ajustando el plano de conjunto y las características particulares del proyecto. Se encargó de presentar la información relativa a todas las obras y actividades que conforman cada proyecto o conjunto de ellos que fueron conformando el desarrollo del proyecto general de ampliación. Verificar si dichas actividades o proyectos se encuentran incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico para la generación de obras o actividades que modifiquen el territorio. Asimismo, hacer mención de aquellos proyectos conexos que ya estén en operación y/o de los que se vayan a poner en marcha, indispensables para el desarrollo del proyecto de ampliación; considerando los que se ubiquen fuera de la jurisdicción de la obra o actividad que se propone. Si es que el proyecto contempla la realización de obras y/o actividades exceptuadas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

**Equipo técnico social:** este equipo se encargó de Informar si el sitio de interés cuenta con servicios públicos y privados, tales como: electricidad, agua potable y drenaje, vías de comunicación, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos,

necesarios para el proyecto. Se encargó de proyectar si estos servicios son suficientes para la vida útil del proyecto o bien se requiere la ampliación, rehabilitación de la infraestructura existente y/o la realización de obras adicionales; en tal caso, éstas se considerarán como obras asociadas al proyecto. De igual manera este grupo se encargó de proyectar las demandas futuras de las poblaciones residentes en la zona y del sistema ambiental regional que lo incluye. Finalmente, describir el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ecológico contempladas en los planes y programas de desarrollo sectorial en los niveles federal, estatal y municipal. Así como analizar los instrumentos de coordinación multisectorial y gubernamental que promueven y regulan las estrategias del desarrollo regional.

**Equipo técnico ambiental:** se encargó de describir y analizar en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del proyecto. Para ello, en primera instancia, delimitó el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación. Así como de caracterizar y analizar el medio ambiente.

Elaborar toda la cartografía del proyecto.

Estableció el diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto.

Elaboró los modelos predictivos que proyectan al territorio con y sin la realización del proyecto.

Por lo que respecta a mi persona, estuve a cargo del equipo técnico ambiental y del sistema de información geográfica, por lo que, a pesar de estar directamente ligado a las actividades ambientales y formalmente asignado al equipo técnico ambiental, he colaborado con todos los equipos antes descritos, principalmente en el diseño del SIG y en la toma de decisiones para el diseño final del master plan de la ampliación del puerto.

## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

El egresado de la Licenciatura en Geografía es un profesional competente para abordar el estudio del espacio geográfico, con énfasis en la evaluación de riesgos e impacto territorial, ordenación territorial y planeación geográfica integral, esta capacitado para resolver problemas que inciden en los procesos del desarrollo local, regional y nacional.

Como geógrafo es un profesional en identificar diversos problemas en el contexto interdisciplinario y sus solución desde una perspectiva multidisciplinaria y transdisciplinaria , aplicando los diferentes principios teórico metodológicos; diagnostica los sistemas territoriales, a partir de la localización, estructura, evolución y organización de los geo factores físicos, económicos y sociales, con la finalidad de establecer su clasificación y diferenciación espacial; Identifica y clasifica desde una perspectiva holística las diversas unidades espaciales, a través del análisis del sistema de relaciones que establecen entre si los geofactores; Analiza bajo un enfoque holístico y temporo-espacial las relaciones causa-efecto, presentes en los procesos naturales y socioeconómicos, identificando su origen, tendencias e intensidad de transformación; Elabora regionalizaciones y zonificaciones integrales en territorios concretos, con criterios naturales, sociales y económicos y bajo un enfoque de planeación, manejo, ordenación y desarrollo sustentable; Aplica criterios para el análisis espacial, mediante el uso de las nuevas tecnologías para generar mapas, como formas de expresión e investigación del quehacer geográfico, y como instrumentos de gestión para la ordenación del territorio; construye de escenarios y diseña modelos espaciales deseables y posibles para la planeación, ordenación del territorio y manejo sustentable del mismo; Analiza los principales problemas, necesidades y deficiencias que deben resolverse por medio del ejercicio de la profesión; Considera la diversidad regional, social, cultural y étnica del país, como componente valioso de la nacionalidad y como contexto real en el que se realiza el ejercicio profesional.

Todo lo anterior se refleja en el desarrollo de trabajos y proyectos de impacto social que contribuyen al desarrollo. Local, regional y nacional, como lo muestra este documento.

## 2.1 Actividad desarrollada en el proyecto

Mi objetivo dentro del proyecto fue organizar, unir y homogeneizar la información sobre el medio marino que compone el sistema arrecifal veracruzano, así como desarrollar sistemas de fácil acceso y consulta, manteniendo y mejorando un Sistema de Información Geográfica (SIG) marino, que en un principio fue elaborado por distintas fuentes y plataformas, por lo cual no era confiable ni permitía hacer análisis entre distintas fechas o lugares. Otro papel dentro del grupo interdisciplinario que trabajo durante el proyecto fue el de atender las consultas que se plantearon durante el proceso, así como la realización de informes y análisis tanto para el estado, como para la iniciativa privada.

### 2.1.1 Elaboración del Sistema de Información Geográfica (SIG), según los límites de la nueva poligonal para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano

Me encargue de la caracterización operativa para conformar un SIG. De los procesos técnicos y analíticos, que dan el sustento cognoscitivo del sistema de información geográfica:

**Codificación:** diseñe códigos de los procesos de análisis para ingresar al sistema de todo tipo de variables, evitando errores de reiteración, duplicación o pérdida de información.

**Estandarización:** Definí los estándares de calidad y cobertura de los datos estadísticos y geográficos para ingresar al sistema, tales como colores, simbología, sistema geográfico, sistema de medidas en UTM.

**Desarrollo estadístico:** Diseñe los campos y variables correlacionados para formar las tablas y sistemas estadísticos ya que el 50% es básico para la eficiencia del funcionamiento del sistema.



**Desarrollo Cartográfico:** establecí los sistemas cartográficos, comúnmente llamados capas de información que son de cuatro tipos: áreas, líneas, puntos y anotaciones. Estas deben tener coherencia con los diseños estadísticos y correlacionarse para generar cartografía. Para el caso particular del sistema arrecifal se ocuparon las siguientes temáticas:

- **Delimitación:** definí los siguientes rubros de la poligonal que determinara la zona de estudio:
- **Vértices:** se implementa la técnica de definición de vértices por punto GPS de calidad topográfica tanto sobre el punto en campo como la verificación por triangulación.
- **Rumbos:** se determinan los rumbos que unirán los vértices que conforman la nueva poligonal.
- **Polilíneas:** mediante procesos digitales se realizaron correcciones matemáticas necesarias de la poligonal definitiva evitando defectos de los límites de área de estudio.
- **Base:** Información de referencia básica cartográfica (divisiones políticas, localidades, vías de comunicación, topografía, batimetría, toponimia, etc.).
- **Natural:** Información de tipo natural tanto biótica como abiótica (física, biológica, flora, fauna, fenómenos naturales, etc.).
- **Social:** Información de datos socio-económicos (localidades, población, usos de suelo, comunidades indígenas, etc.)
- **Sectorial:** desglose de los diferentes sectores considerados para el estudio (pesca: industrial y ribereña, acuicultura, turismo, conservación).
- **Regionalización:** Productos del proceso de superposiciones temáticas cartográficas que definieron unidades marinas como entidades de manejo. Incluye unidades costeras, oceánicas y de influencia terrestre.
- **Información Adicional:** de utilidad secundaria (logos, imágenes de referencia, etc.)
- **Diseño estadístico:** diseñé las tablas, cuadros y gráficos, del sistema que puedan ser interpretados por cualquier persona.

El SIG elaborado permitió formular distintos mapas que facilitaron al grupo interdisciplinario realizar e ilustrar los análisis para el desarrollo del impacto ambiental.

### ***2.1.2 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se establece el proyecto.***

La delimitación del sistema ambiental regional (SAR) define la unidad geográfica para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al definir los límites del o de los ecosistemas en el área del proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través del concepto de sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

Hay excepciones donde los ecosistemas carecen de límites definidos que conforman sistemas continuos sin fronteras, donde “el ecosistema no tiene escala, ni soporte espacial definido”, ni dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas. Para la evaluación del impacto ambiental se debe contar con un sistema de referencia, que al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y funcionamiento de uno o más ecosistemas, lo que implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a delimitar un sistema ambiental regional, que se logra con la identificación, reconocimiento y caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa. Para lograr un diagnóstico válido para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es posible a través de esta noción de sistema ambiental, identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencias que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas entre el ambiente y el proyecto.

La delimitación del SAR se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas para su localización cartográfica de manera objetiva y precisa. Su importancia deriva de la función que tiene el proceso de EIA, toda vez que se trata del área a la que se tiene que acudir en todo momento. El significado de la

alteración de un factor ambiental sólo puede concebirse en términos relativos, en función del tamaño o de la dimensión del factor ambiental en el SAR.

De lo anterior se desprenden dos conceptos fundamentales: el área de influencia y el de Sistema Ambiental Regional (SAR), que según la guía para la elaboración deben ser perfectamente identificadas, delimitadas y diferenciadas entre sí. Sus definiciones según la guía antes mencionada, son:

**Área de influencia:** espacio físico asociado a los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, que alterará algún elemento ambiental.

**Sistema Ambiental:** Espacio finito definido con interacciones entre los medios abióticos, biótico y socioeconómico donde se pretende establecer el proyecto formado por un conjunto de ecosistemas aplicando un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

En el lenguaje en torno a los estudios de impacto ambiental, los conceptos de área de influencia y de sistema ambiental regional equivalen a lo que se conoce como área de influencia directa e indirecta. Estas representan una zona que recibirá los efectos directos e indirectos del proyecto, en el área geográfica que es objeto de una descripción ecológica y socioeconómica que sirve como la línea de base para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Se entiende que el Sistema Ambiental Regional es el territorio donde se manifestarán los impactos de la Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte sobre la totalidad del medio o sobre alguno de sus componentes naturales o socioeconómicos. En concordancia con lo que equivale a la suma de área de influencia directa e indirecta.

En este estudio de impacto ambiental el área de influencia representa la porción del SAR que recibirá los impactos directos de ampliación del puerto.

El SAR es la línea base para las posteriores etapas de identificación y valoración de impactos. El proceso de la evaluación de impacto ambiental involucra la colección y procesamiento de datos. El estudio de línea base provee una descripción de las áreas de biodiversidad donde exista una posibilidad de afectar por el proyecto propuesto, generando una base de datos; punto de partida para las subsecuentes etapas de predicción y evaluación de impactos. Estos pueden ser predichos y evaluados si son incluidos en el estudio de línea base (Geneletti 2002). Por lo que representa una etapa crítica en la evaluación del impacto ambiental.

El estudio de línea base es el área potencialmente afectada por la presencia del proyecto o sistema ambiental regional. Delimitar el área implica que cualquier cosa fuera de ese límite no será tomada en cuenta para el análisis de impactos; la identificación del área de estudio rara vez es producto de un análisis con la robustez suficiente (Antunes *et al.* 2001).

El límite geográfico del estudio debe establecerse obedeciendo el alcance de los impactos, que pueden ser previstos. Por esta razón, para hacer una delimitación del área de estudio sobre una base ecológica (Geneletti 2002). La literatura recomienda extenderse a nivel de paisaje.

La identificación de los límites del paisaje involucra la interpretación subjetiva de aspectos naturales y antropogénicos que caracterizan al área. La representación cartográfica del paisaje requiere de la identificación de la vegetación y los distintos usos de suelo a la luz de la diversidad ambiental existente (clima, fisiografía, etc.) y las perturbaciones de origen antropogénico (Geneletti 2002).

Para la delimitación del SAR, se siguió una metodología denominada de "jerarquías anidadas" (Escofet 2006); para la regionalización de las zonas costeras. Esta metodología representa el constructo teórico que sustenta la zonificación ecológica.

En este apartado describiré el proceso metodológico para la delimitación del SAR

### **1. Aproximación de Escalas Jerárquicas Anidadas.**

La Ampliación del Puerto de Veracruz Zona Norte costera, que está influenciada tanto por factores terrestres como marinos. convirtiendo a los espacios de zonas costeras en sistemas sumamente complejos.

La zona litoral donde ocurren distintas interacciones entre componentes físicos, biológicos y antropogénicos. Las preguntas que surgen con respecto a las zonas litorales están siempre sobre las relaciones existentes entre estos distintos componentes. La singularidad del espacio litoral, comparado con otros espacios terrestres derivan de su interfase agua-tierra (IOC-UNESCO 1997).

En muchas ocasiones la delimitación o regionalización de los ecosistemas se centra en zonas relativamente homogéneas (Balaguer *et al.* 2008; Ortiz-Lozano *et al.* 2009b) y no se toma en cuenta la interacción con los ecosistemas adyacentes. En las zonas costeras se torna particularmente relevante si consideramos la conectividad entre los ambientes terrestre y marino. Para la mayoría de sistemas costeros, la dirección del flujo de energía y la influencia antropogénica va de la porción terrestre hacia la porción marina y las zonas costeras se convierten en receptores de componentes terrestres (Ortiz-Lozano *et al.* 2009b). La integración de ambientes terrestres y marinos en la regionalización de las zonas costeras es un desafío para su conservación (Ortiz-Lozano *et al.* 2009b).

Vincular las zonas costeras con sus componentes terrestre y marino pueden ayudar a discernir algunos aspectos en la búsqueda de respuestas.

Las zonas costeras, pueden ser definidas como aquellas zonas expuestas a la influencia recíproca de los ambientes marino y terrestre. También pueden ser

definidas como sistemas compuestos, en su porción terrestre, por las cuencas que escurren en el océano (exorreicas) y en la porción marítima, por los límites de la plataforma continental donde las aguas costeras se mueven. En ambos casos, el agua es el agente primario del transporte de materia, energía y biota, y de los cercanos vínculos entre los dos ambientes (Ortiz-Lozano *et al.* 2009b).

Los componentes marino y terrestre están compuestos por zonas de transición o ecotonos (Ray & Hayden (1992), citado por Ortiz-Lozano, Gutiérrez-Velázquez (2009b)), los cuales están distribuidos de manera paralela a la línea costera y determinan la intensidad de las relaciones energéticas dentro de cada componente y con respecto a los otros.

Las zonas costeras poseen características ambientales de la zona de transición entre el continente y el océano. Independientemente de las muchas definiciones de esta zona, su característica más relevante es la conjunción de componentes terrestres y marinos. Esto obliga a considerar componentes de las dos porciones (marina y terrestre) para el análisis de los procesos que suceden en estos sistemas. Por ello, en este estudio de impacto ambiental, hicimos el análisis de la zona costera usando las franjas paralelas a la línea costera. Esta aproximación discrimina el flujo de energía de los diferentes paisajes que delinear la zona costera (Escofet 2004; Ortiz-Lozano *et al.* 2007; Ortiz-Lozano *et al.* 2009b). Esto facilita el proceso de ubicación de las zonas de gestión ambiental en una o más franjas características o ecotonos y contribuye al entendimiento de la dinámica regional.

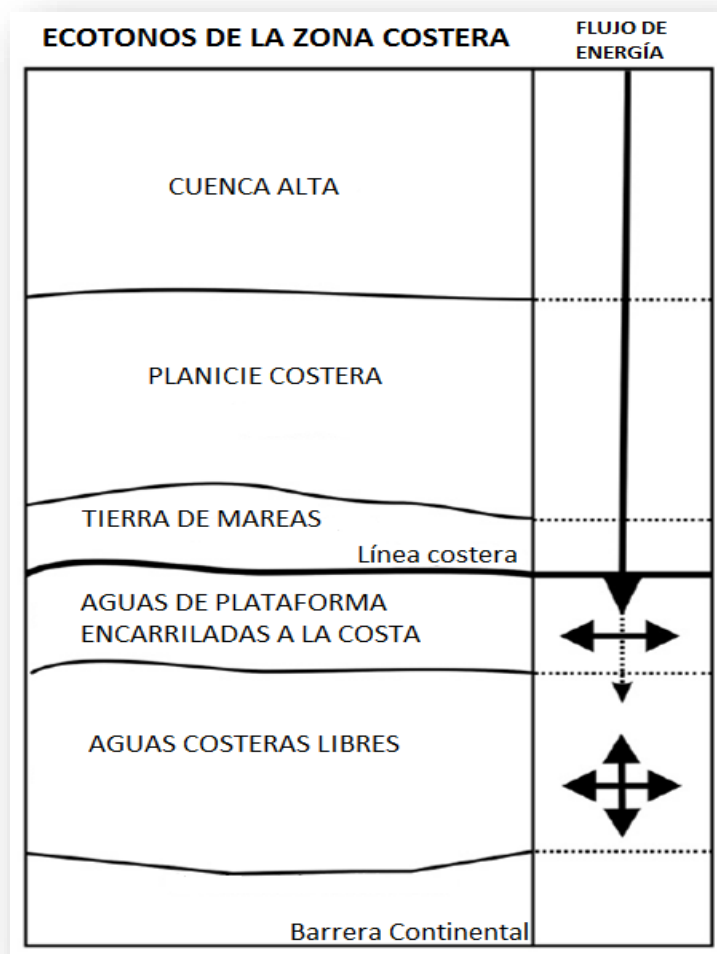
La porción terrestre de la zona costera los ecotonos se caracterizan por la elevación y pendiente del paisaje. Estos factores determinan zonas de alta energía de flujo de agua (áreas de erosión) y zonas con un gradiente negativo (zonas de deposición). Adicionalmente, hay una zona donde las aguas continentales entran en contacto con las aguas marinas que están sujetas a los efectos de las mareas. La porción marina muestra zonas de transición asociadas a las masas de agua y dirección de las corrientes y batimetría. Estas zonas definen dos franjas: una

cercana a la costa, que recibe los aportes continentales con corrientes moviéndose de forma paralela a la costa (aguas de plataforma encarriladas a la costa) y otra franja, donde las corrientes con un movimiento local, no paralelo a la costa, denominado como aguas libres costeras libres.

Entre los componentes terrestres y marinos, un vector perpendicular a la costa produce la conectividad funcional representada por los escurrimientos continentales que entran al componente marino afectando sus ecotonos y el transporte de sedimentos y nutrientes.

La siguiente Figura ilustra los ecotonos de la zona costera, así como el flujo de energía que los determina.

**Figura 3. Ecotonos De La Zona Costera**



Cuando los distintos ambientes y los flujos de energía relevantes son entendidos, surge una pregunta: ¿cómo se aborda la complejidad de estos sistemas? (Ortiz-Lozano *et al.* 2007).

La complejidad entre los distintos ambientes y los flujos de energía involucrados, se clasifican de acuerdo a la escala como aproximaciones: a) macroescala, b) mesoescala y c) escala local. La macroescala es 1:250,000 o, la mesoescala < 1:250,000-1:50,000, y la escala local va desde 1:50,000 y hasta 1:1 (Ortiz-Lozano *et al.* 2007).

La delimitación del SAR es para entender los procesos dentro de sus límites a una escala local. Esos procesos actúan de acuerdo a eventos y factores a una escala mayor que los regula en el tiempo y espacio. Las unidades de gestión ambiental como anidados dentro de procesos a una escala mayor ayuda a entender los factores que determinan la presencia de los hábitats relevantes para el SAR.

Los procesos que suceden a escalas mayores requieren de una aproximación multidisciplinaria que incluya el análisis de los fenómenos químicos, físicos y biológicos, así como los asuntos sociales y económicos. Una de las iniciativas a nivel internacional es la denominada “Grandes Ecosistemas Marinos”. Este método clasifica los ambientes marinos con base en sus características ambientales; masas de agua, batimetría, biología y recursos humanos. Esta regionalización permite diferenciar los procesos que generan los Grandes Ecosistemas Marinos que los hace diferentes de los ecosistemas adyacentes (Ortiz-Lozano *et al.* 2007).

Para entender los procesos que tienen lugar dentro del Ecosistema Marino Mayor donde el SAR se ubica. Debemos tomar en cuenta los procesos a gran escala que proveen información de la variabilidad espacial y temporal de eventos importantes; corrientes marinas, clima, salinidad y cambios de temperatura,



productividad primaria, patrones biogeográficos, explotación pesquera y contaminación (Ortiz-Lozano *et al.* 2007).

La información generada permite considerar los factores que afectan la macroescala y modulan los procesos de las escalas menores anidadas.

El análisis de jerarquías anidadas se basa en el acoplamiento de la macroescala con el de mesoescala. Esto permite el análisis de la porción más confinada de las aguas costeras proyectando escenarios interactivos entre la carga del entorno y la capacidad asimilativa de las franjas receptoras, integrando la capacidad de limpieza de las aguas a macro como a mesoescala rasgo de fragilidad estructural del territorio (Escofet 2006).

## **2. Zonificación Ecológica Del SAR.**

En el estudio seguimos una aproximación de zonificación ecosistémica para la delimitación del Sistema Ambiental Regional, resultante de la aplicación de jerarquías anidadas sobre el Sistema Arrecifal Veracruzano anterior decretado en 2011 realizado por Ortiz-Lozano, Granados-Barba *et al.* (2009a) que coincide con la Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte.

En un esquema de planeación ambiental, la zonificación facilita identificar áreas geográficas con una combinación única de características físicas, biológicas, humanas, terrestres o marinas (Ortiz-Lozano *et al.* 2009a)

Basé la zonificación ecológica en el trabajo interdisciplinario, en los ecosistemas marinos y en las características abióticas que moldean y definen la presencia de comunidades biológicas de bajo nivel jerárquico. Estos atributos son fenómenos utilizados para entender y monitorear la diversidad marina. Estos revelan la heterogeneidad de estos sistemas pues caracterizan los diferentes ecotonos del ambiente marino.

Esta delimitación del SAR se utilizó porque la cercanía con los arrecifes coralinos representa el foco de atención principal en este estudio. La zonificación basada en atributos biológicos, de impacto ambiental, ha sido utilizada para áreas coralinas, tomando en cuenta el daño potencial que las actividades antropogénicas les causan.

Finalmente, en acuerdo con el grupo interdisciplinario se estableció la zonificación ecosistémica, que considera los ecosistemas marinos en términos de su heterogeneidad que facilita el entendimiento y evaluación de aspectos naturales, y factores humanos de amenaza.

La división en tres secciones de la parte marina con base en la batimetría y las corrientes marinas permite identificar una sección (franja litoral) que tiene poca capacidad de dilución de contaminantes. El impacto de las descargas en la ciudad de Veracruz no es el mismo sobre esta primera franja litoral que sobre la plataforma intermedia o la plataforma externa.

La zonificación ecológica tiene como fundamento las escalas jerárquicas anidadas, que ayudó a identificar los subsistemas, ambientes marinos y unidades ambientales.

(Ver la siguiente Tabla). Para identificar la heterogeneidad interna del SAR, fueron consideradas características físicas del área, que proveen una definición general de la estructura y funcionamiento del ecosistema (Ortiz-Lozano *et al.* 2009a).

**Figura 4. Factores de heterogeneidad**

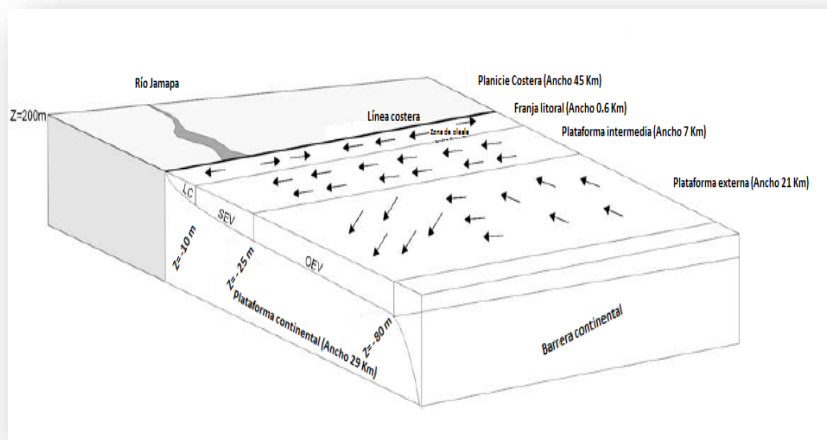
Nivel jerárquico	Criterio
<b>Subsistema</b>	Morfología del SAV, presencia del río Jamapa (componentes norte, central y sur)
<b>Ambiente marino</b>	Franjas paralelas a la costa: batimetría y corrientes
<b>Unidad ambiental</b>	Presencia de arrecifes coralinos

Crerios para la identificación de factores de heterogeneidad en el SAV. Modificada de (Ortiz-Lozano, Granados-Barba *et al.*, 2009).

Los criterios mencionados permitieron establecer ecotonos que ayudaron, en la delimitación del SAR con una base ecosistémica. Estos ecotonos tienen como base el flujo de materia y energía existente en el SAR.

A continuación, se ilustran de manera general estos ecotonos.

**Figura 5. Ecotonos en el SAR.**



Modificado de (Ortiz-Lozano, Granados-Barba et al. 2009).

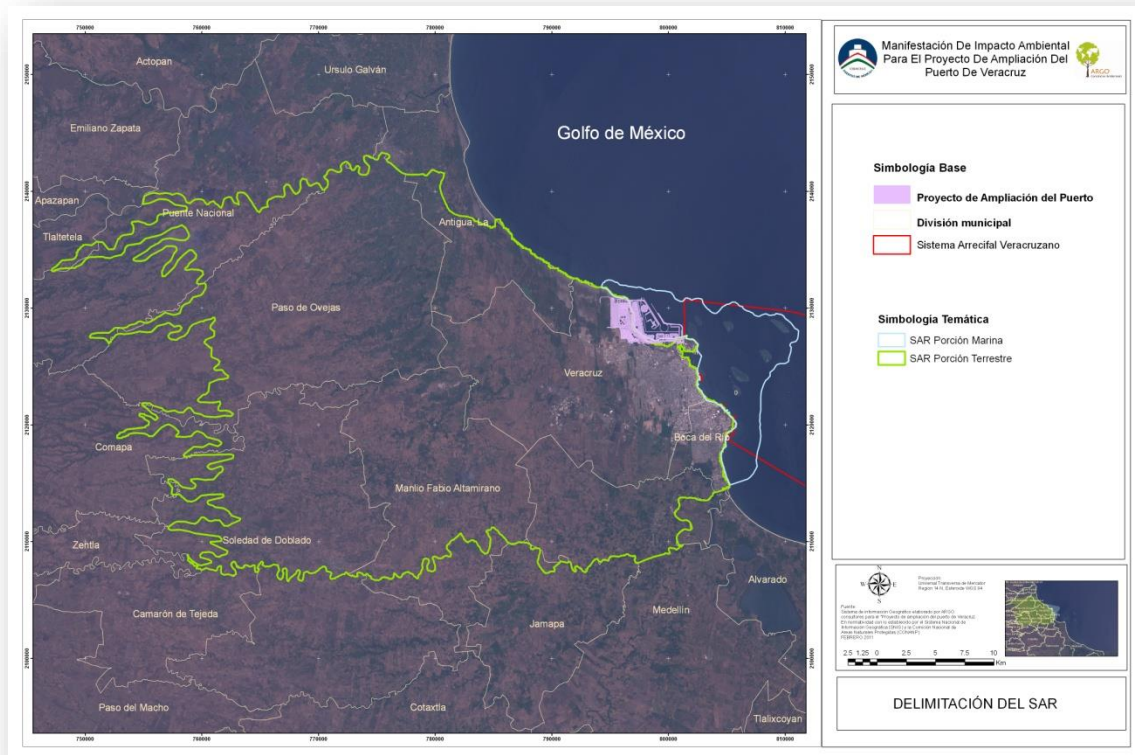
La **Figura muestra** una parte terrestre o costera y otra marina. Luego el aspecto fisonómico es la división natural del sistema en dos subsistemas separados por la descarga del río Jamapa; que son las formaciones coralinas del norte ubicadas frente a Veracruz y las formaciones coralinas del sur frente a Antón Lizardo.

La parte marina está dividida en tres grandes áreas, asociadas a la profundidad y a las corrientes: la franja litoral, la plataforma intermedia y la plataforma externa.

### 3. Definición de los límites del SAR

La aproximación de jerarquías anidadas y la zonificación ecológica donde se desarrollaría la Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte en Bahía de Vergara, se presenta la delimitación resultante del Sistema Ambiental Regional mediante coordenadas que la representan cartográficamente. La siguiente Figura muestra el Sistema Ambiental Regional delimitado.

**Figura 6. Delimitación resultante del SAR**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

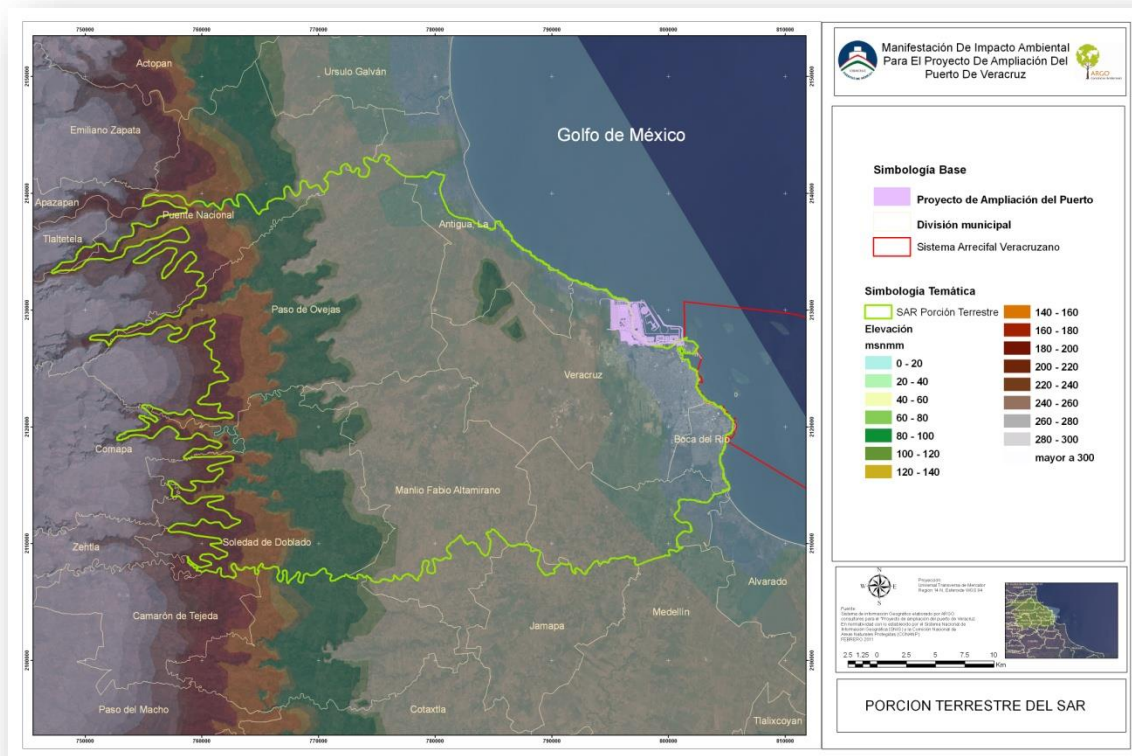
Por la naturaleza del SAR, de aquí en adelante, se hace la división de la porción terrestre y marina.

### 4. Porción terrestre del SAR.

El primer criterio de delimitación porción terrestre del SAR fue la desembocadura de los ríos La Antigua y Jamapa, ubicados en la porción norte y sur del Sistema. Estos ríos representan la conexión directa del continente hacia la porción marina del sistema, por el aporte agua y sedimentos. Además de que naturalmente delimitan el flujo de materia y energía en el SAR.

El siguiente criterio de la porción terrestre del SAR fue la planicie costera (franja de aproximadamente 45 Km de ancho y que abarca hasta los 200 msnm). Este límite permite capturar la influencia de la porción terrestre sobre el funcionamiento regional del sistema que se delimitaba.

**Figura 7. Porción terrestre del SAR**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

Otro elemento en la porción terrestre del SAR lo representa la zona metropolitana de Veracruz-Boca del Río. Se buscó hacer la delimitación con criterios ecológicos, privilegiando la transferencia de materia y energía e incorporando los límites que ésta impone para el funcionamiento del sistema. Debido a la fuerte presión ambiental que ha ejercido la población residente en el Puerto de Veracruz, no podemos dejar de incluirlo como un elemento clave en el funcionamiento del Sistema Ambiental Regional. Y aunque los criterios naturales de delimitación incluyen esta zona metropolitana, es importante recalcar su presencia dentro del SAR.

### **5. Porción marina del SAR.**

La porción marina del SAR (Ver figura 8) quedó delimitada tomando en cuenta dos criterios fundamentalmente: la presencia de los ecosistemas de mayor importancia en cuanto a diversidad biológica y fragilidad que son los arrecifes coralinos (la mayoría de ellos pertenecientes al Sistema Arrecifal Veracruzano); y los ecotonos formados por las franjas paralelas a la costa que se han descrito con mayor detalle en apartados anteriores.

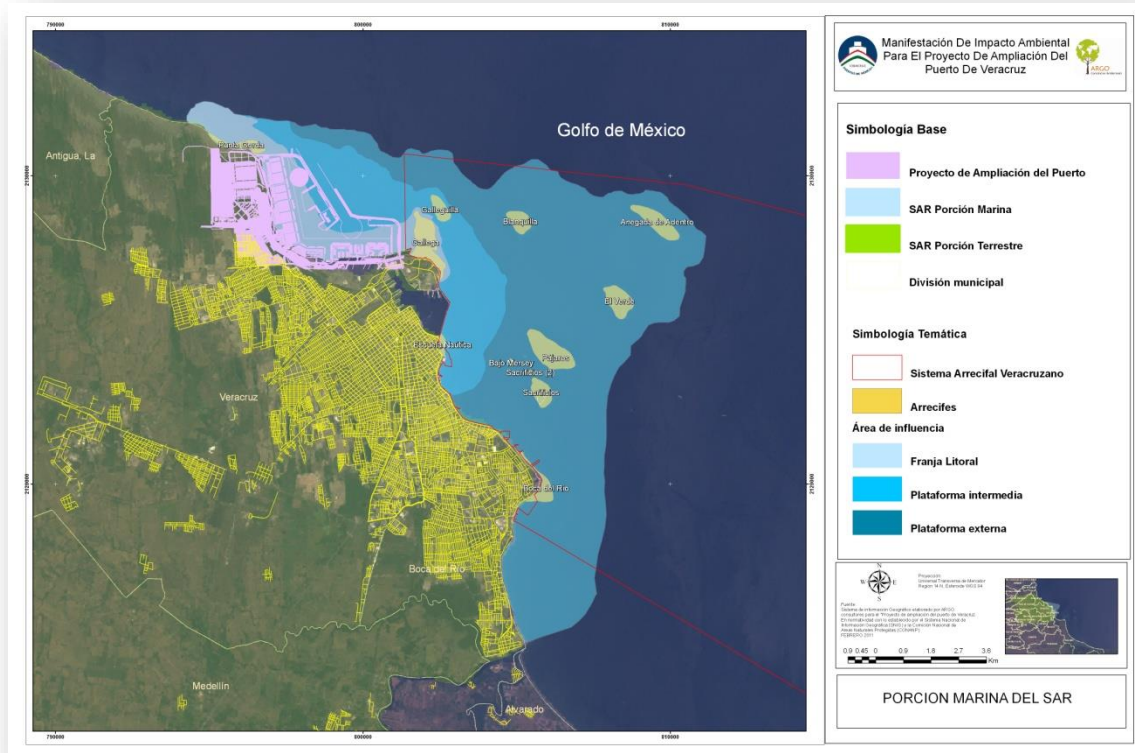
La porción marina del SAR incluye una serie de arrecifes coralinos frente al Puerto de Veracruz: los arrecifes Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Isla de Sacrificios, Pájaros, Hornos, Ingeniero, Punta Gorda, Gallega, Galleguilla, todos dentro de la isobata de los 37 m. Por su relevancia como ecosistemas de alta biodiversidad, pertenecientes en su mayoría a un área natural protegida y su alta fragilidad ante la perturbación antropogénica; se estableció como límite el último edificio arrecifal para la delimitación de la porción marina del SAR.

Los arrecifes coralinos se encuentran en distintas franjas litorales, lo que implica que no existe una interacción directa (intercambio de materia y energía entre ellos). De hecho Ortiz-Lozano, Granados-Barba et al. (2009a) hacen una

clasificación de los arrecifes como unidades ambientales de manejo ambiental separadas.

Para fines del estudio se incluyen todos los arrecifes situados al norte de la desembocadura del río Jamapa.

**Figura 8. Porción marina del SAR.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

## 6. Área de influencia.

El mismo principio que subyace a toda la delimitación del SAR en cuanto a la transferencia de materia y energía, es para la delimitación del área de influencia.

Mientras que el SAR incluye toda la extensión que implica los impactos directos e indirectos del proyecto, el área de influencia es donde el impacto del

proyecto es directo. Esto implica que el área de influencia sea objeto de una descripción mucho más detallada permitiendo la identificación y valoración de los impactos ambientales.

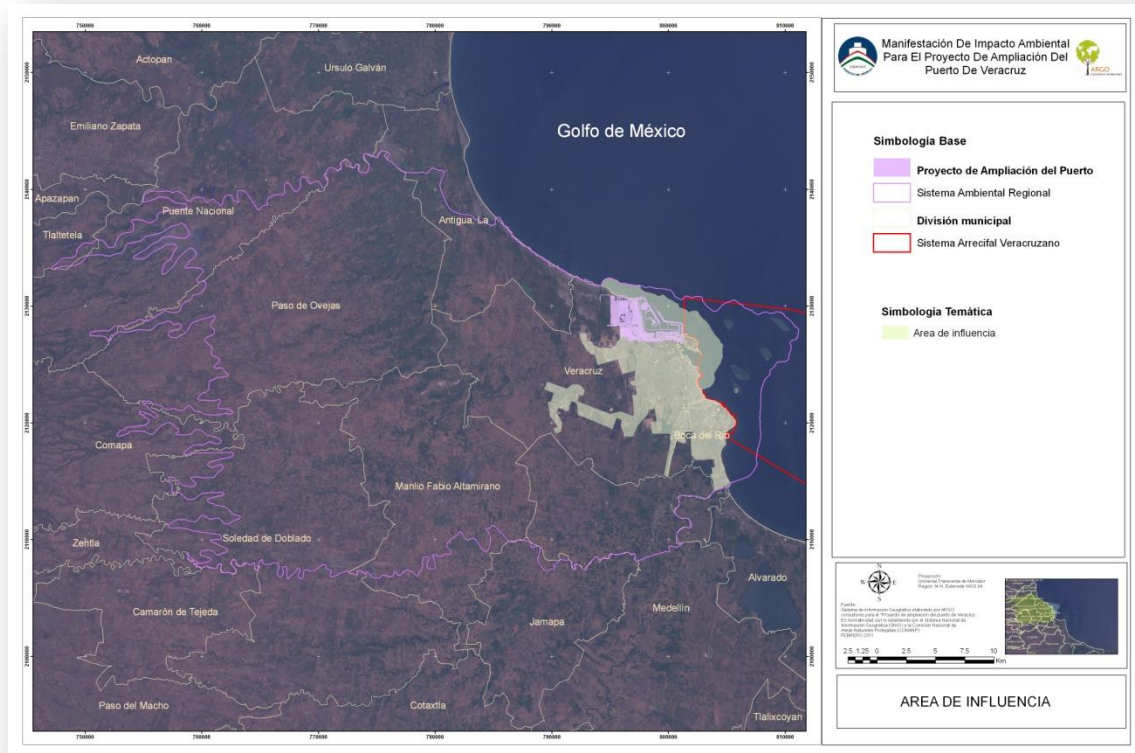
El proyecto de Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte se desarrollaría dentro de la franja litoral y la plataforma intermedia. La máxima transferencia de materia y energía se da dentro de esos mismos ecotonos. Esto tiene una implicación directa sobre la delimitación del área de influencia, ya que la franja litoral y la plataforma intermedia serán las receptoras de los impactos directos del proyecto.

En coordinación con el grupo interdisciplinario se determinó que área de influencia, en su porción marina, está delimitada por la plataforma intermedia del SAR, entre las desembocaduras de los ríos La Antigua y Jamapa. considerando que la franja litoral está delimitada por la isóbata de los 25 m. (Ver figura 9)

En su porción terrestre, el área de influencia, la representa la zona metropolitana de Veracruz-Boca del Río, debido a que el establecimiento del puerto implicaría un crecimiento económico directamente relacionado con el desarrollo urbano. Lo anterior ejercerá factores de impacto directo sobre el SAR.



**Figura 9. Área de influencia.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

### 2.1.3 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Participe en el proceso de caracterizar el Sistema Ambiental Regional de manera concreta, objetiva y sustentada tanto en la revisión bibliográfica de fuentes recientes y especializadas, como con monitoreo de campo.

Por mi perfil estuve a cargo del grupo interdisciplinario, enfocándome primordialmente en la caracterización abiótica del proyecto, así como en la capacitación de los becarios y demás participantes de todas las brigadas de campo en todas las áreas.

#### **2.1.4 Elaboración de material cartográfico**

Elaboré todo el material cartográfico que acompañó a la manifestación de impacto ambiental, apegándome a la normatividad establecida por el Instituto nacional de estadística, geografía e informática (INEGI), para su aplicación y publicación dentro del sistema nacional de información geográfica (SNIG).

### **CAPÍTULO 3 RESULTADOS DEL PROYECTO**

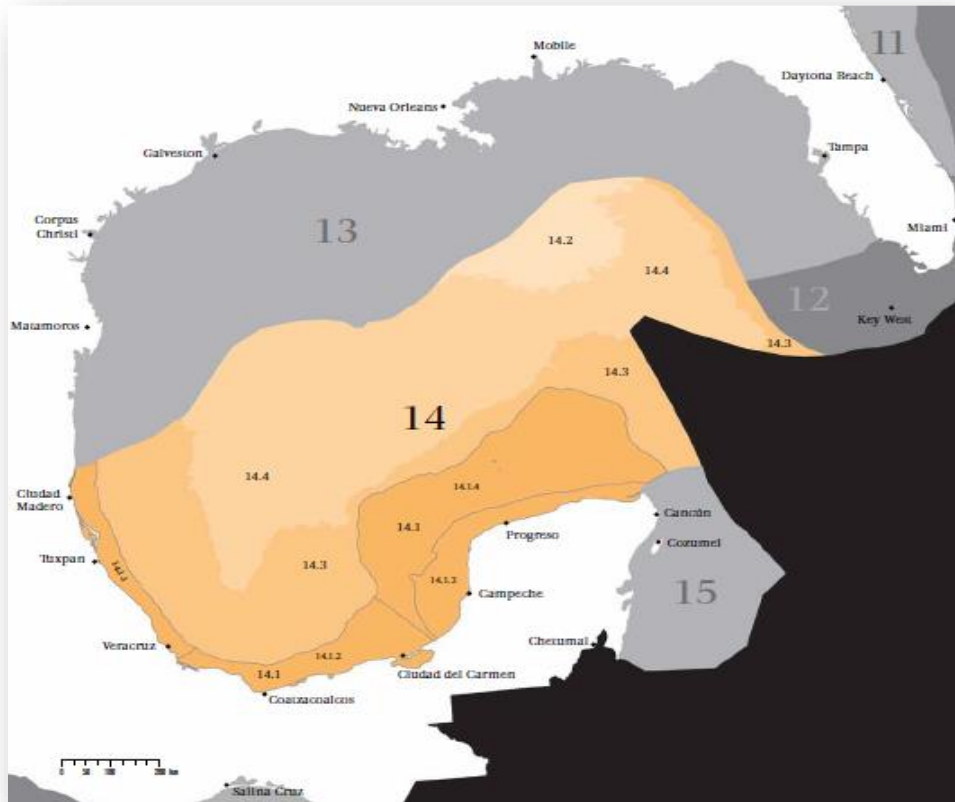
#### **3.1 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.**

Después de aplicar la metodología se establecieron diferentes zonas ecológicas.

### Zonificación Ecológica del SAR.

El SAR se encuentra en la ecorregión marina denominada: Golfo de México Sur y específicamente en la Zona Nerítica de Veracruz. La siguiente Figura ilustra la ubicación de la citada ecorregión.

**Figura 10. Golfo de México Sur (14) y Zona Nerítica de Veracruz (14.1.1)**



Fuente: Tomada de Wilkinson et al (2009)

Las principales características de la ecorregión Golfo de México Sur se presentan a continuación en la siguiente Tabla

**Figura 11. Ficha Técnica de la ecorregión Golfo de México Sur.**

FICHA TÉCNICA	
<b>Fundamento</b>	El golfo de México comprende una masa de agua semicerrada que, con base en la variación de

	temperatura de la superficie marina en invierno, se divide en región norte y sur.
<b>Superficie</b>	833,568 Km <sup>2</sup>
<b>Temperatura de la superficie marina</b>	Promedio de entre 24 y 25 °C en invierno y de 28-28.5 °C en verano.
<b>Corrientes y giros principales</b>	Corriente del Lazo.
<b>Otras características oceanográficas</b>	Surgencias de la plataforma continental impulsadas por el viento; frentes fríos conocidos como “nortes” durante el otoño, invierno y primavera; régimen de mareas mixto y diurno; corrientes tropicales.
<b>Fisiografía</b>	Cuenca semicerrada.
<b>Profundidad</b>	Plataforma (0-200 m aprox.), talud (200 a 2,500-3,000 m, aprox.), 33 %; planicie abisal (> 3,000 m), 43 %.
<b>Tipo de sustrato</b>	Arenas mixtas, limo y arcilla.
<b>Tipos y subtipos de comunidades principales</b>	Sistemas deltaicos, lagunas costeras, estuarios, brazos de ríos, arrecifes coralinos cerca y lejos de la costa, manglares, lechos de pasto marino.
<b>Productividad</b>	Moderadamente elevada (150-300 g C/m <sup>2</sup> /año).
<b>Especies endémicas</b>	Pulpo maya.
<b>Especies en riesgo</b>	Manatí y tortugas lora, caguama, verde, carey y laúd. Especies como el cazón de ley y los tiburones sedoso, volador o puntas negras y chato presentan señales de explotación excesiva debido a la captura de juveniles en la pesca artesanal del tiburón. Otras especies de preocupación son los tiburones ballena, peregrino y blanco; los peces sierra peine y de diente largo, y las mantarrayas gigantes veladora y diablo de mar.
<b>Especies introducidas e invasoras de importancia</b>	Camarón blanco deliberadamente introducido para cultivo.
<b>Hábitat de importancia clave</b>	Sistemas deltaicos, lagunas costeras, estuarios, brazos de río, arrecifes coralinos cerca y lejos de la costa, manglares, lechos de pasto marino, volcanes, lagunas hipersalinas y comunidades bióticas de petróleo o gas.

<b>Actividades humanas y efectos negativos</b>	Sobrepesca de todas las especies comerciales; desarrollo portuario; extracción y transporte de petróleo; contaminación costera; destrucción del hábitat costero.
--	--

Fuente: Wilkinson *et al.* 2009.

La zonificación ecológica, tiene como fundamento las escalas jerárquicas anidadas, que ayudó a identificar los subsistemas, ambientes marinos y unidades ambientales que lo conforman. (Ver figura 12).

Para identificar la heterogeneidad interna del SAR, fueron consideradas las características físicas del área, las cuáles proveen una definición general de la estructura y funcionamiento del ecosistema (Ortiz-Lozano *et al.* 2009a).

**Figura 12. Criterios para la identificación de factores de heterogeneidad en el SAV.**

<b>NIVEL JERÁRQUICO</b>	<b>CRITERIO</b>
<b>Subsistema</b>	Morfología del SAV, presencia del río Jamapa (componentes norte, central y sur)
<b>Ambiente marino</b>	Franjas paralelas a la costa: batimetría y corrientes
<b>Unidad ambiental</b>	Presencia de arrecifes coralinos

Fuente: Tabla de criterios, modificada de (Ortiz-Lozano, Granados-Barba *et al.* 2009).

Como ya se mencionó la parte marina está dividida en tres grandes áreas, asociadas a la profundidad y a las corrientes: la franja litoral, la plataforma intermedia y la plataforma externa.

La primera de estas corresponde al área litoral ubicada entre las isobatas de los 0 y 10 m. Las corrientes litorales se mueven de manera paralela a la costa a lo largo de esta franja con variaciones estacionales y latitudinales.

La segunda sección, se define por la presencia de corrientes marinas que se mueven de manera paralela a la costa. Dichas corrientes se mueven en la sección localizada entre la franja litoral y la isobata de los 25 m.

La plataforma externa incluye aguas libres de la influencia de la plataforma continental. En contraste con las otras secciones, esta es una zona donde las corrientes de agua presentan un movimiento local, no paralelo a la costa y generalmente se mueven a profundidades mayores a los 25 m.

### **3.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)**

A continuación, se detalla la caracterización del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto de Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte.

En párrafos anteriores se hizo mención de que la descripción ambiental hecha en esta sección del estudio de impacto ambiental, se centró en la integralidad de los ecosistemas en el Sistema Ambiental Regional. Y es por lo tanto el SAR el que marca los alcances de dicha descripción. Esto es posible debido a que el SAR fue también delimitado siguiendo criterios de regionalización ecosistémica.

El SAR que se delimitó en el estudio de impacto ambiental es una zona costera, con una componente continental y otra marina. Para tener un orden y seguir en esa misma tesitura, la siguiente descripción ecológica del SAR se hará con esta separación terrestre y marina. Esto sin desconocer la mutua relación que guarda cada uno de estos componentes en una zona costera, como lo es el SAR.

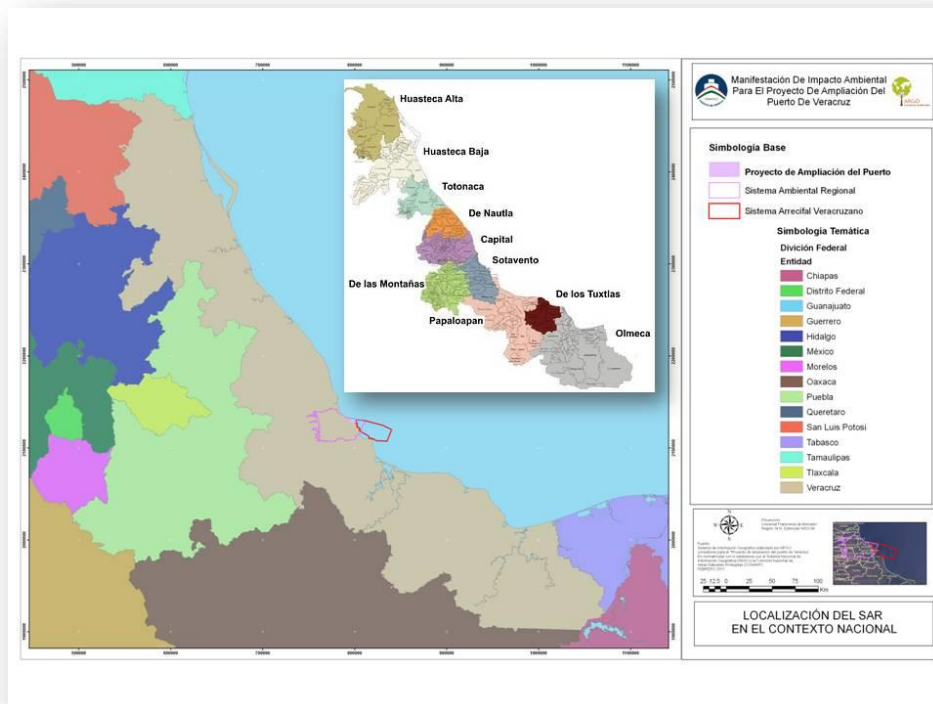
#### **3.2.1 Porción terrestre del SAR.**

##### **Ubicación del SAR en el territorio del estado de Veracruz**

En este respecto se hizo un análisis y descripción de la ubicación del SAR en el territorio nacional, se determinó entonces que el SAR se ubica a lo largo del Golfo de México, en una franja costera de 745 kilómetros de longitud, el territorio veracruzano se conforma por grandes montañas, bosques serranos, bosques

templados, mesófilos, selvas tropicales, fértiles llanuras, caudalosos ríos, cascadas, lagunas y costas. Su privilegiada posición geográfica hace de Veracruz un espacio de gran potencial para el desarrollo nacional (Figura 13). Con una superficie de 72,420 kilómetros cuadrados, Veracruz es el décimo estado de la República Mexicana en extensión, y representa el 3.7% del total de la superficie del país.

**Figura 13. Ubicación del Estado de Veracruz dentro del territorio nacional y su división por regiones.**

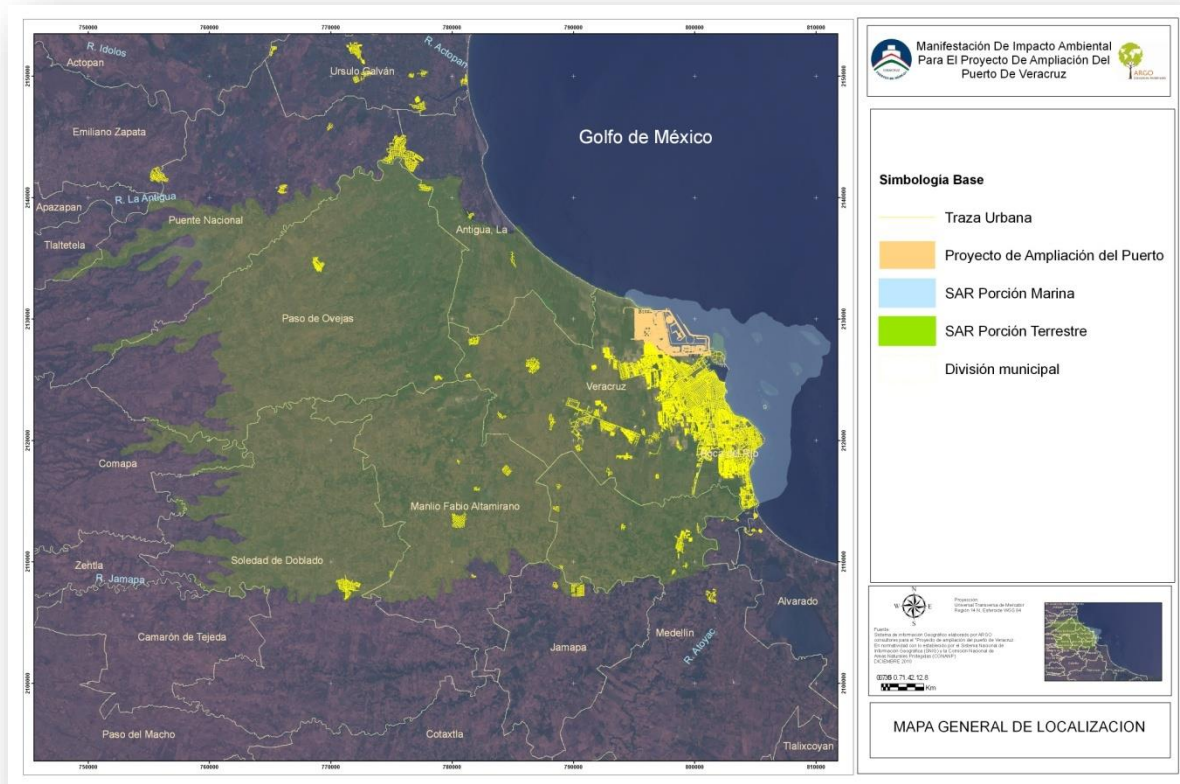


Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

El sistema de información geográfica permitió determinar que el territorio es bajo y llano en la zona costera, y se eleva hacia el interior en la Sierra Madre Oriental, hasta llegar a los elevados cordones volcánicos que culminan en Orizaba, a unos 3 mil metros sobre el nivel del mar. Para agilizar el entendimiento de los que revisarían y consultarían la MIA delimita el área de Bahía de Vergara, lugar donde se ubicaría el proyecto (Figura 14), se localiza dentro de la región “Sotavento”, que fue la puerta de entrada de los conquistadores y colonizadores españoles a lo que

hoy es el territorio nacional. La región conserva el nombre con que la bautizaron los antiguos marinos, “Sotavento”, es decir “tierra protegida del viento”, ya que después de desembarcar en Veracruz, del lado de barlovento, donde los vientos azotaban, las llanuras costeras eran un grato descanso para la gente de mar.

**Figura 14. Ubicación del proyecto dentro de la región del Sotavento**



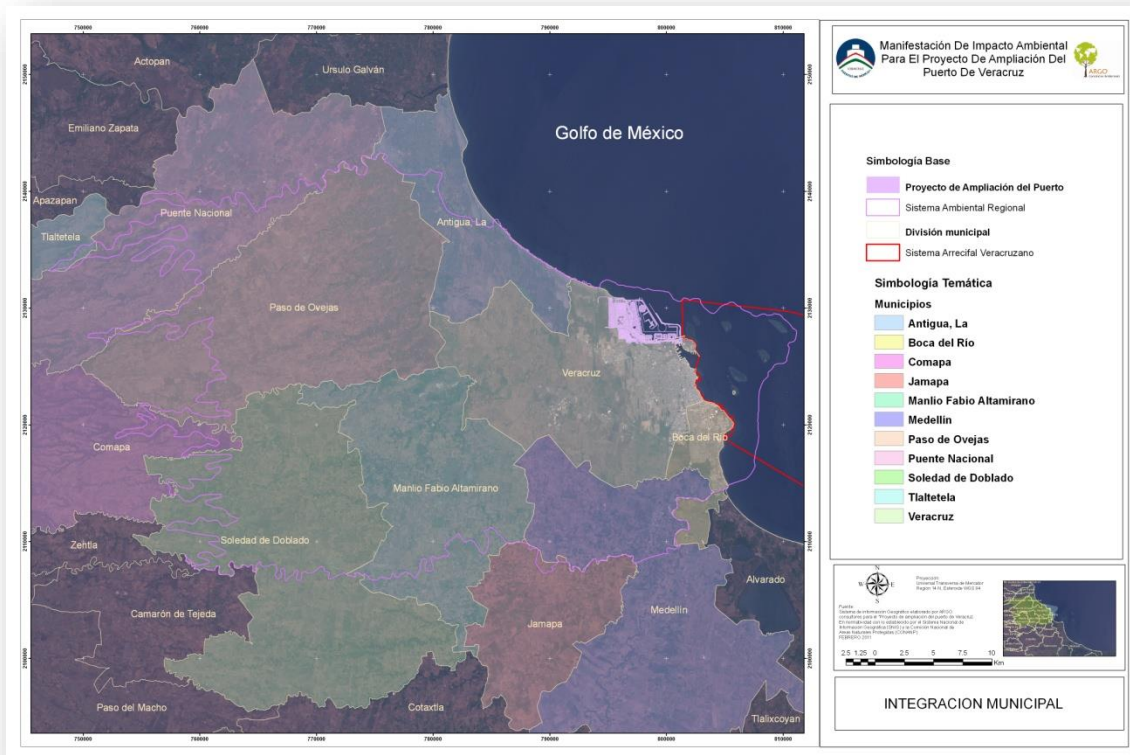
Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

La zona limita por el oeste con las Grandes Montañas, desde donde el río Actopan, el Jamapa, el de La Antigua, el Blanco, y el caudaloso Papaloapan bajan hacia la costa. La gran cantidad de tierras irrigadas de la región, hace de ella la mayor productora de arroz, coco, frijol, mango, papaya, sandía, piña, plátano y tamarindo, además de contar con grandes extensiones dedicadas a la ganadería. Gráciles palmas y almendros de extendido ramaje ponen su nota de frescura en los mediodías tórridos.



Una vez delimitado el SAR fue posible determinar que el Sistema Ambiental Regional delimitado abarca los siguientes municipios: Alvarado, La Antigua, Boca del Río, Comapa, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Paso de Ovejas, Puente Nacional, Soledad de Doblado, Tlaltetela y Veracruz. (Figura 15)

**Figura 15. Integración Municipal del SAR**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

El sistema de información geográfica que diseñe para la MIA facilito la elaboración del capítulo de caracterización ambiental mismo que redacté de manera personal por mi perfil como Geógrafo, entonces determine que el SAR para la MIA posee las siguientes características:

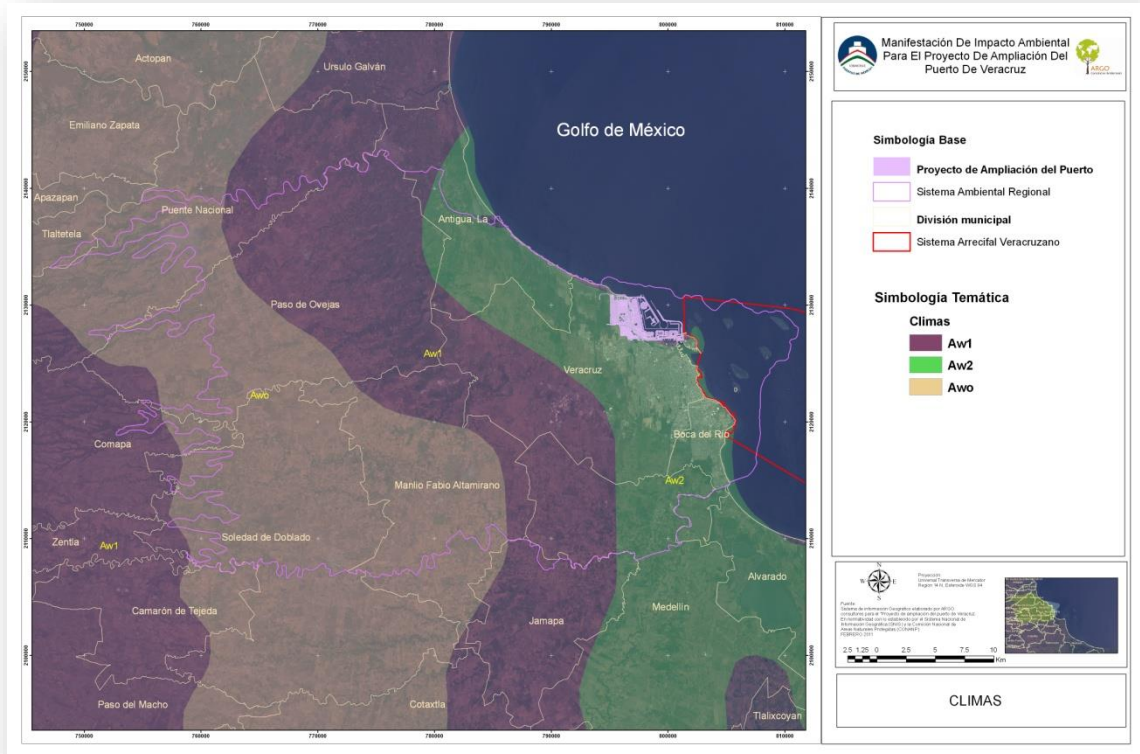
**Clima.**

La ubicación geográfica latitudinal del estado de Veracruz le confiere en la mayor parte de su territorio características tropicales, sin embargo éstas características son modificadas por la influencia por diversos factores y elementos geográficos tales como el relieve, donde las serranías de la Sierra Madre Oriental que se localizan en la zona oeste a lo largo del estado, continuando en un gradiente en forma paralela hasta las zonas costeras, como consecuencia de lo anterior, los distintos tipos de clima se distribuyen de forma paralela a la costa, en dirección noroeste-sureste; los tipos de clima con que cuenta el estado de Veracruz son: climas cálidos húmedos y subhúmedos, climas semicálidos húmedos, climas templados, climas semifrío y frío, clima semiseco, en los cuales predominan las lluvias de verano.

El área de estudio está localizada en la denominada “llanura costera”, del estado de Veracruz, específicamente en la zona de la costa, que presenta climas cálidos húmedos y subhúmedos de tipo Aw1 y Aw2 (cálidos subhúmedos con variación en lluvias).

La Figura 16 muestra la distribución de climas dentro del Sistema Ambiental Regional.

**Figura 16. Distribución de climas de la porción terrestre del Sistema Ambiental Regional.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

La figura 17 proporciona algunas características generales sobre el clima en los municipios incluidos en la porción terrestre del SAR.

La siguiente Tabla proporciona algunas características generales sobre el clima en los municipios incluidos en la porción terrestre del SAR.

**Figura 17. Características climatológicas generales de los municipios incluidos en la porción terrestre del SAR.**

MUNICIPIO	CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PRECIPITACIÓN PROMEDIO (mm)
Alvarado	Cálido regular	26	1,748
Boca del Río	Cálido regular	25	1,649
Comapa	Templado húmedo regular	25.2	2,627
Jamapa	Cálido seco regular	25	1,108
Manlio Fabio Altamirano	Cálido seco regular	25.2	909
Medellín	Cálido húmedo extremoso	25.3	1,418
Paso de ovejas	Cálido regular	25	1,500
Puente Nacional	Cálido regular	26.5	979
Soledad de Doblado	Cálido seco regular	25	887
Tlaltetela	Templado húmedo	18	1,800
Veracruz	Tropical	25	1,500

Fuente: Enciclopedia de los municipios

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>.

Uno de los estudios realizados como parte del proyecto de Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte denominado: “Seguimiento de parámetros ambientales y análisis de transporte de sedimentos en los ríos Medio, Grande y Lagartos, así como el diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales Playa Norte y de la descarga del río Lagartos”, elaborado por Comisión Federal de Electricidad, generó información climatológica valiosa para la descripción del funcionamiento ecosistémico del SAR.

En el estudio anteriormente citado, para obtener una mejor distribución espacial de variables climatológicas, se obtuvo información de un área delimitada

por los paralelos 18° 59' 55.80" y 19°29' 53.10" latitud norte y los meridianos 96° 42' 52.26" Y 96° 03' 22.22" longitud oeste. Las estaciones meteorológicas dentro de esta zona se muestran en la Tabla siguiente, donde también se resumen los periodos de información incluida y su localización.

**Figura 18. Estaciones meteorológicas incluidas para la caracterización climatológica.**

NO.	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	LONGITUD W	LATITUD N	ALTITUD (msnm)	PERIODO DE INFORMACIÓN
1	Observatorio de Veracruz	96° 08' 13"	19° 09' 40"	19	1953-2003
2	Aeropuerto de Veracruz	96° 11' 14"	19° 08' 45"	25	1973-2008
3	José Cardel, la Antigua	96° 23' 00"	19° 23' 00"	29	1941-2006
4	El Faisán, Paso de Ovejas	96° 22' 58.02"	19° 18' 59.8"	20	1958-1989
5	Soledad Doblado, Soledad Doblado	96° 25' 25.37"	19° 2' 51.16"	183	1924-2005
6	Sta. Rosa, Actopan	96° 27' 00"	19° 27' 00"	68	1958-2006
7	Rinconada Emiliano Zapata	96° 34' 22.81"	19° 21' 35.7"	313	1921-2006
8	Puente Nacional (CFE)	96° 23' 57.18"	19° 20' 0.50"	110	1966-2008
9	Manlio Fabio Altamirano, M.F.A.	96° 20' 8.360"	19° 05' 43.7"	44	1945-2006
10	Loma Fina, Paso de ovejas	96° 17' 56"	19° 07' 52.35"	30	1951-2006
11	El Tejar, Medellín	96° 09' 49.573"	19° 04' 19.92"	10	1961-2006
12	Carrizal, Emiliano Zapata	96° 37' 56.05"	19° 19' 11.8"	250	1961-2006
13	Tamarindo, Puente Nacional	96° 29' 00"	19° 23' 00"	80	1956-2006

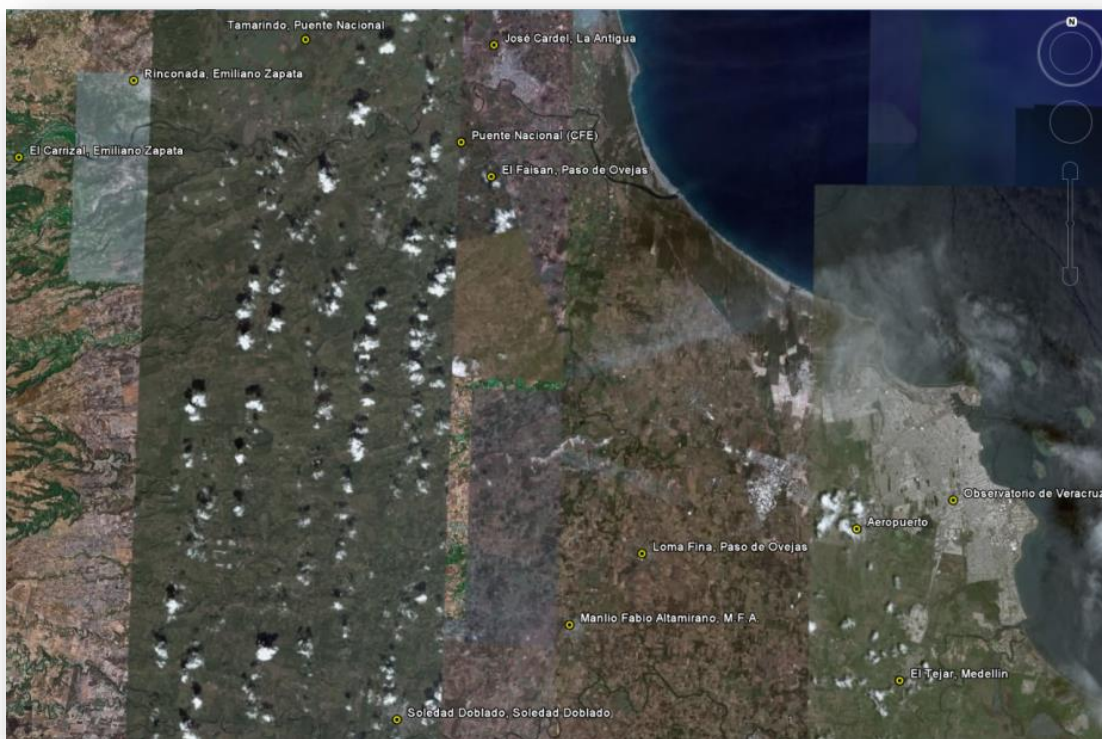
Fuente: CNA, 2008.

De las estaciones mencionadas, se obtuvo información de precipitación mensual, precipitación máxima en 24 horas, temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y evaporación mensual, del Sistema para el Manejo Automático de Bases de Datos Climatológicos en Computadoras Personales

(CLICOM), proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional. El detalle de los datos mensuales registrados por variable y estación pueden consultarse en <http://clicom-mex.cicese.mx/>

A continuación, se ilustra la localización de estas estaciones meteorológicas.

**Figura 19. Localización de las estaciones meteorológicas usadas para la caracterización climatológica.**



Fuente CNA 2008

También el resumen de la información recogida por las estaciones meteorológicas se presenta en la Tabla.

**Figura 20. Información Estaciones meteorológicas.**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	CLASIFICACIÓN CLIMATOLÓGICA	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
El Tejar	Cálido sub-húmedo $Aw_2(w)(e)gw''$	El más húmedo de los sub-húmedos regímenes de lluvia de verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, oscilación térmica extremosa, marcha anual de la temperatura tipo Ganges.
Observatorio de Veracruz, El Faisán y José Cardel	Cálido sub-húmedo $Aw_2(w)(i')w''$ $Aw_1(w)(i')g$	El de humedad intermedia de los sub-húmedos, regímenes de lluvia de verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con oscilación térmica extremosa, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, presentan canícula o sequía de medio verano.
Loma Fina	Cálido sub-húmedo $Aw_0(w)(i')g$	El más seco de los sub-húmedos, regímenes de lluvia de verano porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica, marcha anual de la temperatura tipo Ganges.
Carrizal, Puente Nacional, Santa Rosa, Soledad y Tamarindo	Cálido sub-húmedo $Aw_0(w)(i')gw''$	El más seco de los sub-húmedos, regímenes de lluvia de verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, presentan canícula o sequía de medio verano.
Manlio Fabio Altamirano	Cálido sub-húmedo $Aw_0(w)(e)g$	El más seco de los sub-húmedos, regímenes de lluvia de verano porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con oscilación térmica extremosa, marcha anual de la temperatura tipo Ganges
Rinconada	Cálido sub-húmedo $Aw_0(i')g$	El más seco de los sub-húmedos, regímenes de lluvia de verano, porcentaje de lluvia invernal respecto a la total anual menor de 5, con poca oscilación térmica, marcha anual de la temperatura tipo Ganges.

Enriqueta García, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen

En el estudio que se ha abordado hasta ahora para describir el comportamiento climatológico de la porción terrestre del SAR, se registró el comportamiento de distintas variables climatológicas fundamentales para el desarrollo del proyecto de ampliación del puerto como son: precipitación media, precipitación máxima en 24 horas, temperatura media y temperaturas extremas.

La información correspondiente a cada variable, fecha de registro y estación meteorológica correspondiente, se presenta en el estudio completo incluido en el

Anexo 9. Sin embargo, a continuación se presentan los datos más relevantes con respecto al seguimiento de las variables climatológicas antes mencionadas:

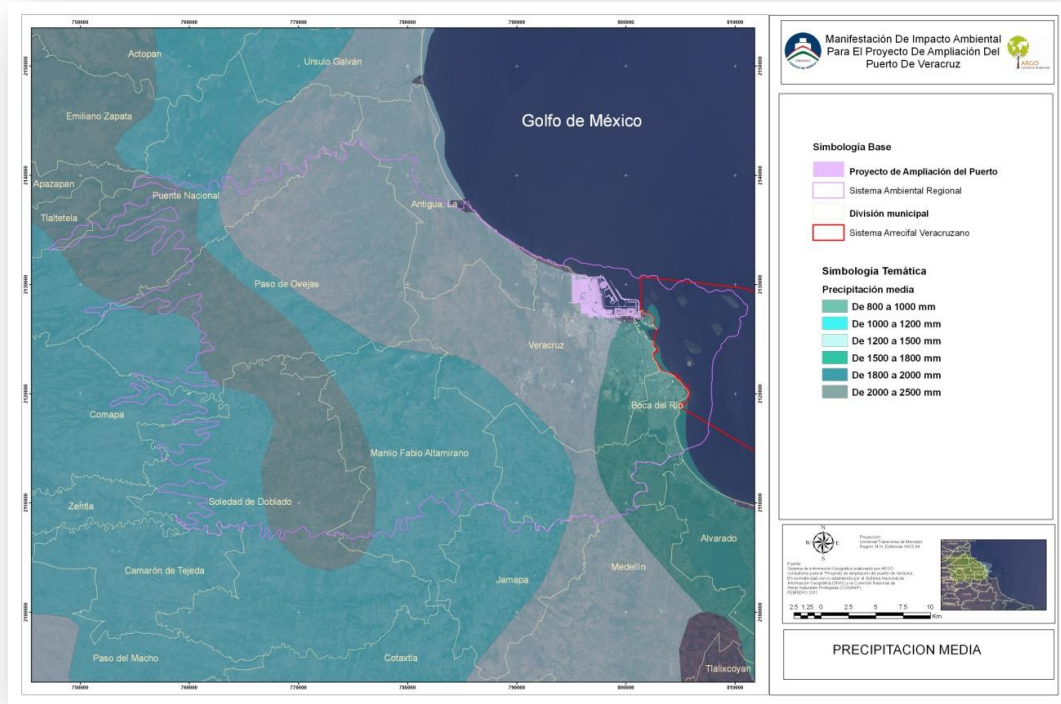
En cuanto a la precipitación media anual, se registraron valores de entre 1, 217.1 y 1, 693.3 mm. El periodo con mayor cantidad de lluvia es de junio a octubre. Los valores de máximos de precipitación en 24 horas registrados fluctuaron entre los 180 y los 227.6 mm.

Los meses con precipitación máxima en 24 horas mayor o cercana a los 100 mm, se registraron entre mayo y noviembre, lo cual coincide con la época de entrada de ondas tropicales y aire húmedo provocado por los vientos Alisios; así como algunos ciclones tropicales y la combinación de alguno de estos con la entrada de masas de aire frío y frentes fríos principalmente entre agosto y noviembre. También se pueden observar valores de precipitación en 24 horas importantes debido a la entrada de frentes fríos en la temporada invernal.

La Figura 21 ilustra la distribución de la precipitación media en el Sistema Ambiental Regional.



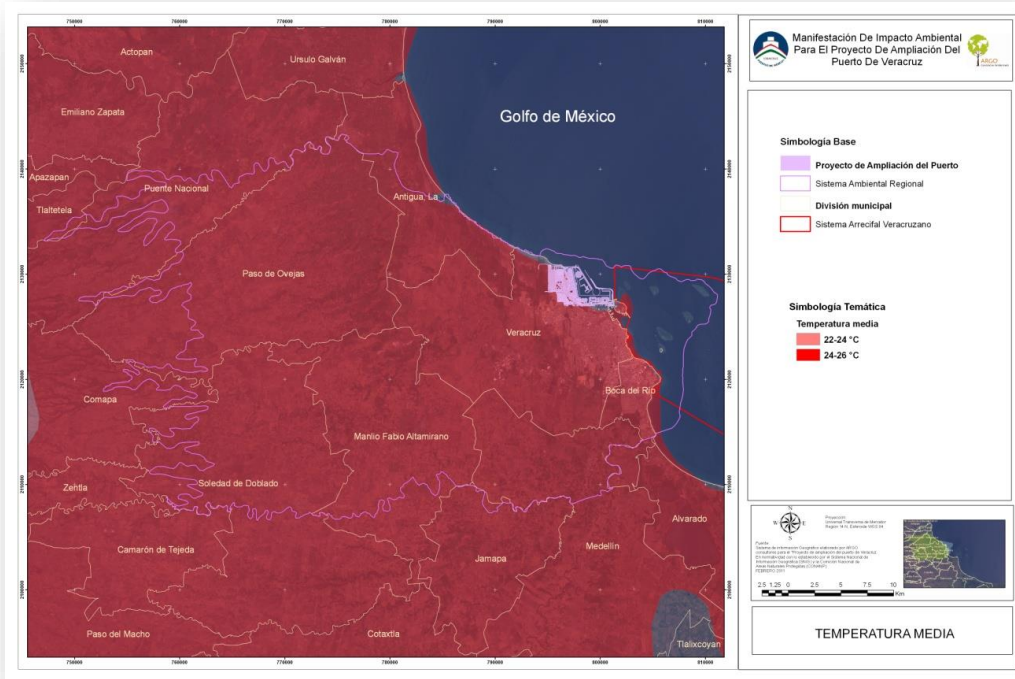
**Figura 21. Precipitación media anual en el Sistema Ambiental Regional.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

La temperatura media anual varía entre 25.3 y 25.5° C (Ver Figura 22). La época más calurosa del año presenta temperaturas medias mensuales máximas de entre 27.9 y 28.1°C. El registro de la temperatura máxima extrema fluctuó entre 42.7 y 46 °C, todas registradas en el mes de marzo.

**Figura 22. Distribución de las temperaturas medias anuales en el Sistema Ambiental Regional.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

Lo anterior coincide con la situación meteorológica de dicha temporada en la cual se tiene cielo despejado con casi ausencia de lluvias, debida a la presencia de aire cálido y una menor afectación de las masas de aire frío y frentes fríos.

La temperatura mínima extrema anual varía entre 3 y 6°C, entre enero y febrero. Durante dicha temporada se tiene la entrada de masas de aire frío y frentes fríos, con una menor incidencia de aire cálido.

De manera resumida, se presentan a continuación los principales resultados obtenidos en el estudio antes mencionado con respecto a las variables

climatológicas de mayor interés, ampliando así el panorama climatológico en el SAR (ver figura 23).

**Figura 23. Resultados del análisis climatológico**

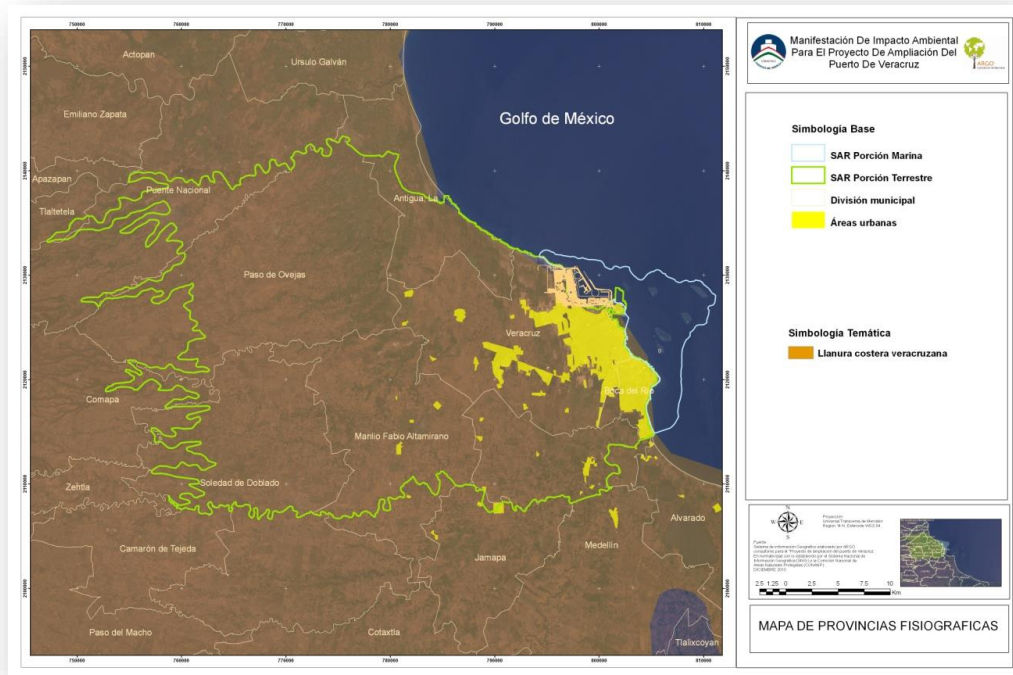
VARIABLE CLIMATOLÓGICA	RANGO
Temperatura Media anual	23.5 – 25.5 °C
Temperatura Máxima extrema anual	42.7 – 46 °C
Temperatura Mínima extrema anual	3 – 6 °C
Precipitación Media anual	1,217.1 – 1693.3 mm
Precipitación Máxima en 24 horas	180 – 221.5 mm
Evaporación anual promedio	130.06 mm
Humedad media relativa*	70 %
Fuente: Observatorio sinóptico Sistema Meteorológico Nacional-Comisión Nacional del Agua (Normales Climatológicas, Veracruz, Ver., Periodo 1981 – 2000)	

Todo lo referente a la incidencia de fenómenos meteorológicos relevantes, se abordará más adelante en la descripción de la porción marina del SAR, por la relación que estos guardan con el oleaje.

### **Fisiografía.**

La demarcación geográfica descrita en el estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica XIII denominada Llanura Costera Golfo Sur, subprovincia 75 (Llanura Costera Veracruzana), dentro del sistema de topoformas 500, denominado Llanura. La **figura 24** muestra las provincias fisiográficas del SAR.

**Figura 24. Provincias fisiográficas del SAR**



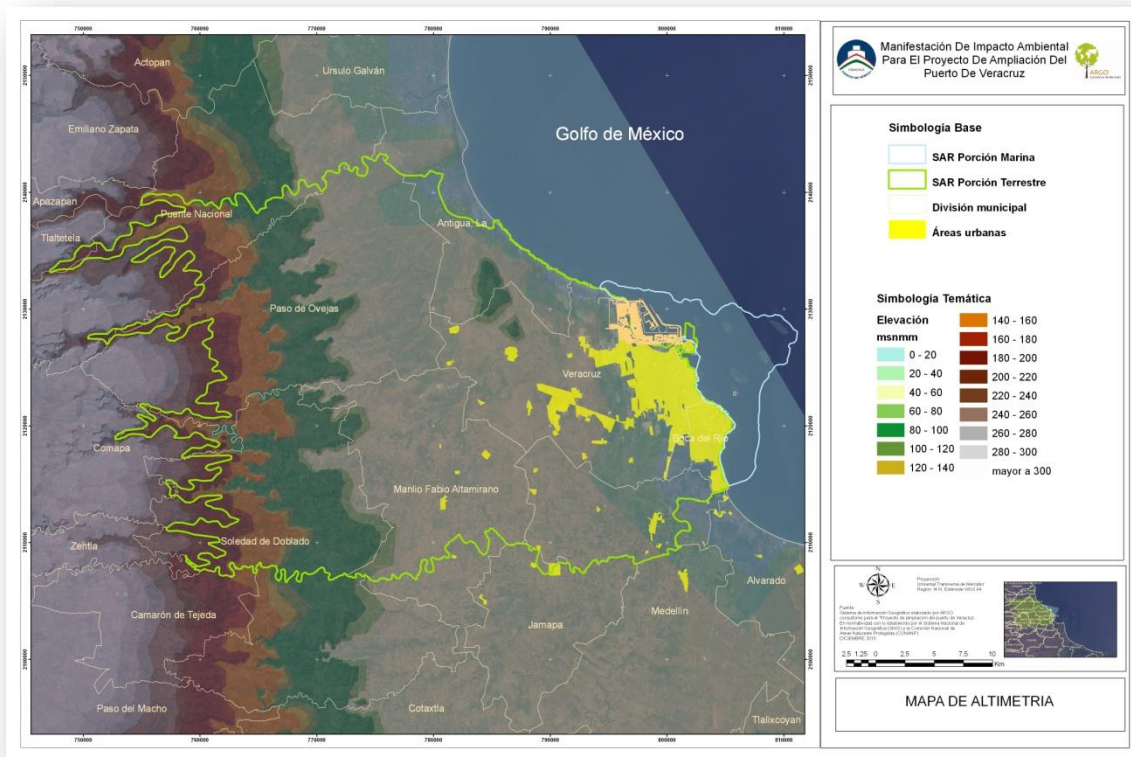
Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

Esta Provincia Fisiográfica es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial.

Hay que recordar que la porción terrestre del SAR se delimitó usando la cota de los 200 msnmm para distinguir la “cuenca alta” de la “planicie costera”, siendo

esta ultima la que se relaciona directamente con el funcionamiento del Sistema Ambiental Regional, es decir, a la zona costera donde se desarrollaría el proyecto de ampliación natural del puerto en la zona norte. En la **Figura 25** se presenta la altimetría del SAR.

**Figura 25. Mapa de altimetría del SAR.**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

Es importante destacar el aspecto algunos aspectos locales del municipio de Veracruz por estar el proyecto ubicado dentro de la demarcación territorial del mismo. La topografía del municipio es relativamente homogénea, con la presencia de pequeñas porciones de terreno con altitudes ligeramente superiores a los 50 m. La mayor elevación en el municipio es el cerro El Símil (100 m). Cabe señalar como rasgo importante, la presencia de dunas costeras al poniente de Bahía de Vergara, contiguo a su litoral, dentro del sistema de topofomas 500.

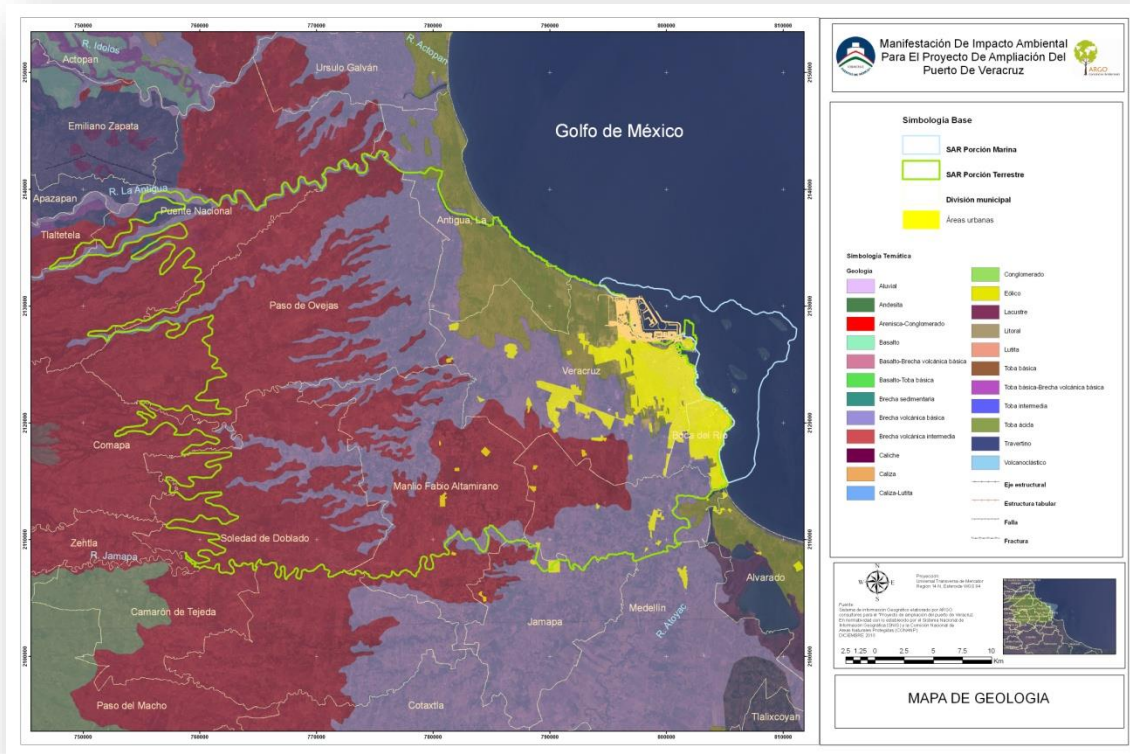
## Geomorfología

Geológicamente, el área Norte del Puerto de Veracruz, se encuentra localizada en la Provincia denominada Llanura Costera del Golfo Sur, la cual ocupa casi toda la porción Sur del estado. Se extiende en forma de franja más o menos paralela al Golfo de México, desde el Norte de la ciudad de Veracruz hasta el Río Tonalá, donde continúa por territorio Tabasqueño.

En la estratigrafía de esta provincia, las rocas que afloran cubren un lapso geocronológico que va del Jurásico Superior al Cuaternario (reciente). Dicha provincia está constituida en su mayor parte por depósitos recientes, formados de suelos que cubren gran parte de la secuencia sedimentaria depositada en cuencas marinas del Terciario; los afloramientos de rocas volcánicas se distribuyen en el área de los Tuxtlas, donde su expresión morfológica de volcanes y prominencias topográficas contrastan con la llanura costera.

En el área de nuestro interés requirió de un análisis un poco más detallado por lo cual participe en brigadas de campo donde se pudo determinar con exactitud que el área se encuentran principalmente materiales granulares sedimentarios del periodo Cuaternario (Q), la secuencia litológica alude a aluviones, arenisca-conglomerado, eólico y litoral, los cuales abarcan el 52.70, 13.35, 33.10 y 0.85% respectivamente de la superficie. Toda la porción litoral de la zona de estudio se constituye por la unidad (li) litoral. En las porciones Central, Sur y Poniente del sitio se encuentra la unidad (eo) eólica, y la porción que abarca la zona de inundación de los Ríos Medio y Grande, está constituida por la unidad (al) aluvial. La unidad eólica se conforma por el acarreo de sedimentos finos como la arena transportada por el viento proveniente del frente marítimo. La Figura 26 muestra el mapa geológico del Sistema Ambiental Regional y sus vecindades.

Figura 26. Mapa geológico del SAR y sus vecindades.



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

La Superintendencia de Estudios Zona Golfo (SEZGO) de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), realizó los “Estudios de Prefactibilidad Geológicos, Geohidrológicos y Ambientales para la Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte” (Anexo 9). La zona de estudio comprendió una extensión aproximadamente de 1, 600 hectáreas delimitada de Punta gorda al noreste, al norte con el litoral del Golfo de México (5,5 km), la carretera interportuaria el Kilómetro 13.5 al sur y el río Grande al noroeste. El sitio estudiado incluye un área de médanos y playa. A continuación, se presenta la metodología utilizada para los estudios de tipo geológico, aunque se presentan únicamente los resultados obtenidos para la parte de playa atendiendo a la división del SAR en una porción terrestre y otra marina.

Para dicho estudio se realizaron cinco sondeos mixtos (SM-1 a SM-5) a profundidades de entre 30.15 y 35.10 m (con equipo posicionado en tierra) aplicando básicamente la prueba de penetración estándar (SPE) excepto en el SM-2 donde adicionalmente a la prueba SPE se muestreo 0,90 m con tubo de pared delgada (Shelby).

De acuerdo con la ubicación de los sondeos, dos se ejecutaron en la playa (SM-2 y SM-5), y los otros tres (SM-1, SM-3, y SM-4) sobre los médanos. La distancia entre sondeos varió entre 1.25 y 2.3 Km, aproximadamente. Adicionalmente se instalaron cinco piezómetros abiertos tipo Casagrande (PZ-1 a PZ-5), uno en cada sondeo, alojando el bulbo piezométrico en el fondo de cada sondeo.

En la figura 27 se resumen los datos de los sondeos: ubicación según el depósito de suelo (médano, playa, o aluvial), la profundidad alcanzada, el nivel freático (NAF), las coordenadas y su elevación. La figura 28 presenta la información correspondiente a los piezómetros.

**Figura 27. Datos de los sondeos del estudio geotécnico.**

SONDEO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS UTM		ELEVACIÓN (m)	NAF	
			X	Y	Z	Profundidad (m)	Elevación msnbm
SM-1	Médano	30,15	795127,247	2128694,519	23,667	14,45	9,217
SM-2	Playa	30,15	795055,856	2131106,171	1,833	0,20	1,633
SM-3	Médano	35,10	794059,550	2128493,245	11,527	4,00	7,527
SM-4	Médano	30,15	792858,037	2130016,701	24,763	15,33	9,433
SM-5	Playa	30,15	792850,887	2132014,308	2,581	0,695	1,886

Fuente: bitácora de campo de la MIA Regional de Veracruz



**Figura 28. Datos de los piezómetros del estudio geotécnico.**

PIEZÓMETRO	PROFUNDIDAD M	Longitud (m)		Elevación		Lectura nivel piezométrico m	
		Bulbo	Tubo extensión	Inferior msnbm	Superior msnbm	1 <sup>a</sup> 12-Nov-05	2 <sup>a</sup> 07-Dic-05
PZ-1	30,00	1,50	28,53	-6,333	23,697	14,45	14,38
PZ-2	30,00	1,50	28,50	-28,167	1.833	0,20	0,00
PZ-3	34,95	1,50	33,45	-23,423	11,527	4,00	
PZ-4	30,00	1,50	28,515	-5,237	24,778	15,33	16,01
PZ-5	30,00	1,50	28,525	-27,419	2,606	0,695	1,02

Fuente: bitácora de campo de la MIA Regional de Veracruz

Las muestras obtenidas en el campo, fueron enviadas al laboratorio de CFE de mecánica de suelos en la ciudad de México, donde se identificaron, clasificaron, y se les determinó su contenido natural de agua.

Adicionalmente, para muestras representativas, se determinaron las propiedades índices siguientes: granulometría, porcentaje de finos, límites de consistencia líquido y plástico, así como la densidad de sólidos. En adición, con especímenes labrados de muestras inalteradas se realizaron pruebas mecánicas de compresión triaxial no consolidada no drenada (UU) y consolidada no drenada (CU) con medición de presión de poro.

Se practicaron un total de 38 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV); los arreglos electrónicos utilizados fueron Schlumberger y medio Schlumberger con distancias entre electrodos de corriente (AB/2 y OA), desde 1 y hasta 250 m. Es pertinente mencionar que las Secciones emplazadas con orientación aproximada Oeste-Este (Nos. 7 y 8) perpendiculares a las Sur-Norte (Nos. 1, ..., 6), se formaron con las mismas estaciones de SEV, que pasan en el cruce entre Secciones.

## Resultados:

La estratigrafía existente en el sitio es uniforme, ya que los sedimentos detectados son principalmente arenas finas a medias con poco limo no cohesivo, mal graduadas, color café verdoso y gris verdoso, con lentes aislados de arcilla arenosa de baja compresibilidad como el detectado en el SM-2, entre 20,70 a 24,30 m del cual se tomó una muestra inalterada entre 23,60 y 24,30 m.

En seguida se proporciona una visión general en función de la compacidad estimada, a partir del número de golpes (N) de la prueba de penetración estándar (figura 29). La correlación correspondiente incluyendo rangos de valores aproximados de propiedades, se muestra en la figura 29, válida para arenas finas y arenas limosas:

**Figura 29. Correlación de datos.**

COMPACIDAD	Resistencia a la penetración estándar (N)	Compacidad relativa (Cr) aproximada	Peso volumétrico húmedo aproximado, en kN/m <sup>3</sup>	Ángulo de fricción interna aproximado (°)
Muy suelta	0-4	0,00-0,15	11-16	25
Suelta	4-10	0,15-0,35	14-18	27-30
Media	10-30	0,35-0,65	17-20	30-35
Alta	30-50	0,65-0,85	17-22	35-38
Muy alta	> 50	0,85-1,00	38-43	38-43

Fuente: bitácora de campo de la MIA Regional de Veracruz

- El espesor de suelo arenoso de compacidad suelta varía del orden de 1 a 3 m en la zona de playa, en tanto que en la zona de médanos es del orden de 6 m. Luego el espesor de suelo arenoso de compacidad media varía de 4.75 a 8.1 m en la playa, mientras que en los médanos osciló entre 2.70 y 5.85 m.

Enseguida el espesor de compacidad alta en la playa varió de 8.55 a 13.50 m, con una lente intercalada de compacidad media y espesor de 9.45 m, en tanto que en los médanos fue de 4.1 a 11.6 m.

- La muy alta compacidad en la zona de playa se detectó a partir de la cota – 21.72 m, alcanzando un espesor de 5.85 m hasta la profundidad máxima explorada en esta zona. Sin embargo, en la zona de médanos el manto de compacidad muy alta inicia desde la elevación 12.6 m en el SM-4; a –2,43 en el SM-1; y –11,87 msnbm en el SM-3, manifestando una variación grande en la profundidad a la que está el manto referido. En adición se debe señalar que en esta zona sólo el SM-3 alcanzó la elevación -23,57 msnbm, es decir 3,57 m por abajo de la cota prevista de la cubeta del canal, y un espesor de 11,70 m del manto de compacidad muy alta. Sin embargo, los sondeos SM-1 y SM-4 sólo alcanzaron las cotas – 6,58 y –5,39 msnbm.
- En el sondeo SM-1 superficialmente, entre 0,00 y 2,70 m de profundidad, aparece una capa de compacidad media que probablemente se trate de un relleno local.
- El nivel de aguas freáticas (NAF) en la zona de médanos se localizó entre las elevaciones 9.21 y 9.43 msnbm, en los piezómetros PZ-1 y PZ-4, mientras que en el PZ-3, apareció a 7.53 msnbm. En la zona de playa se detectó entre 1.83 y 1.88 msnbm.
- La lente de arcilla arenosa gris verdoso de compresibilidad baja (clasificación SUCS: CL), y consistencia firme a muy firme ( $18 \leq N \leq 24$ ), con contenidos de agua del orden de 35 %, detectada en el SM-2 entre la elevación 18.87 y 22.47 msnbm, tiene las características siguientes: su resistencia en pruebas de compresión triaxial no consolidada no drenada (UU),  $C_{uu}$  es de 73 KPa con un módulo de elasticidad  $E_{50}$  de 5592 KPa. En pruebas de compresión

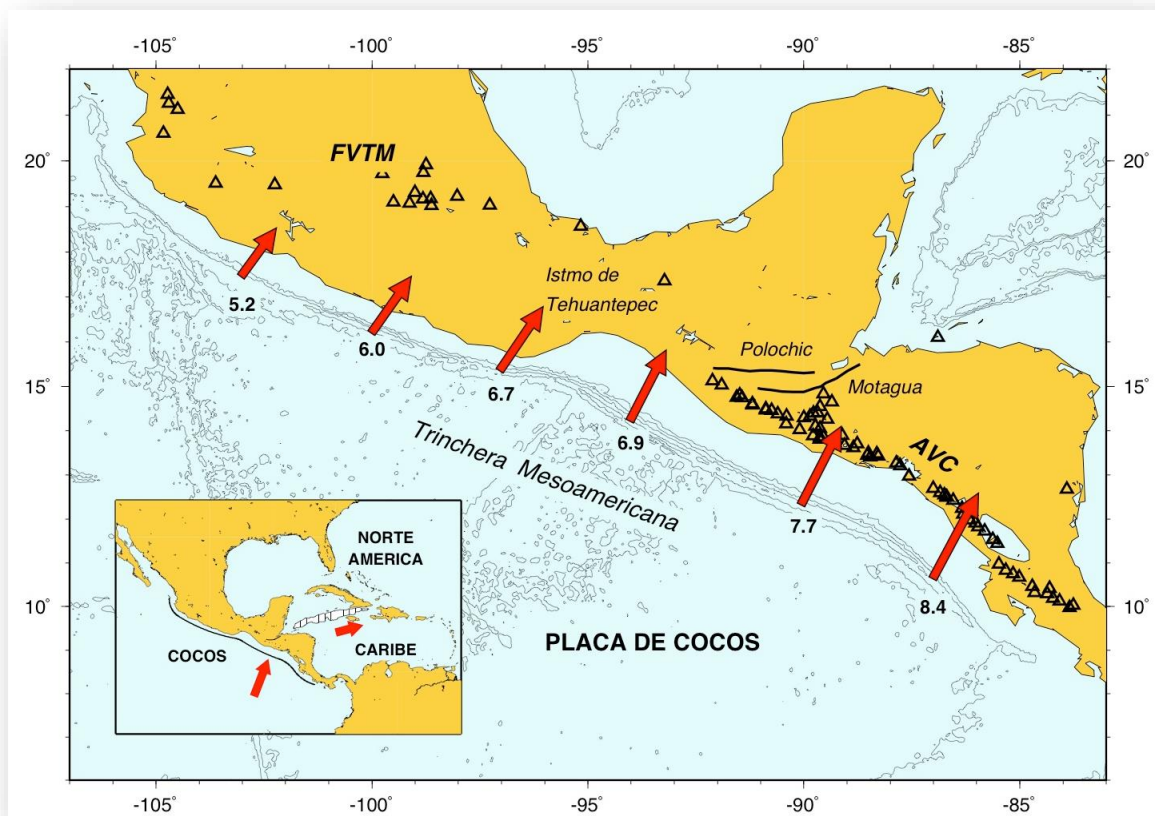
triaxial consolidada no drenada (CU), con medición de presión de poro, los parámetros de resistencia al corte en términos de esfuerzo efectivo resultaron ser como sigue: la cohesión  $C'_{cu}$  de 8 KPa, el ángulo de fricción interna de  $35^\circ$  C, y el módulo de elasticidad E de 8754 KPa.

- Se pudieron diferenciar hasta cinco Unidades geoelectricas con subunidades de las cuales las de mayor atractivo para soportar cargas pesadas son: U1, U1', U1'', U4 y U5 todas en su nivel profundo, constituidas principalmente por arenas finas a gruesas donde se puede encontrar conchillas y/o coral, arenas finas a gruesas con pocas intercalaciones de arcillas y coral con intercalaciones de arena fina y gruesa, presentan una semi-permeabilidad. Todas ellas se ubican bajo el nivel freático detectado en los barrenos emplazados (BNO's.1,...,5) e implementados como piezómetros.
- En las seis Secciones emplazadas tienen presencia y se considera a la Unidad U4 como la de mayor distribución, tanto en sentido lateral como vertical.
- Existen dos Unidades geoelectricas U3, U3' relacionadas con cuerpos arcillosos, mismos que revisten mucha importancia desde el punto de vista geotécnico y geohidrológico, ubicadas aproximadamente en los niveles someros y entre el final de las Secciones Nos. 1,...,6 y la costa; mismas que actúan como una capa sello, lo que da origen a un acuífero semi-libre. Dicha característica se encontró en el BNO.2 donde se presentó artesianismo.
- Desde el punto de vista geohidrológico, en el área estudiada al parecer existe un sistema acuífero con dos condiciones, uno libre y otro semi-libre.

## Actividad Sísmica.

También se me encargó que se determinara la situación de la sismicidad en la zona de estudio, entonces determine que la región de Mesoamérica, que incluye México y Centroamérica, se caracteriza por su alta actividad tectónica la cual es el resultado de la subducción de la placa de Cocos a lo largo de la Trincheras Mesoamericana (Ver figura 30). Para el SE de México la tectónica es más compleja debido a que está dominada por la subducción de la placa de Cocos bajo las placas Norte América y Caribe. A su vez, las placas Norte América y Caribe tienen un límite transcurrente lateral izquierdo a lo largo de la fosa del Caimán y del sistema de fallas Motagua-Polochic. Las tres placas forman un punto triple ambiguamente definido (García-Quintero 2007).

**Figura 30. Movimiento de la Placa de Cocos.**



Fuente: García-Quintero 2007

En la Figura anterior se puede observar la magnitud del movimiento de la Placa de Cocos en (cm/año) y la dirección de su convergencia con respecto a las otras dos placas (Faja Volcánica Trans-Mexicana y el Arco Volcánico Centroamericano). Los triángulos representan los volcanes activos y las flechas indican la dirección de las placas Cocos y Caribe con respecto a Norte América.

La tectónica del área está dominada por la interacción de tres placas: Cocos, Norte América y del Caribe. La placa de Cocos se encuentra al oeste subduciendo a las placas de Norte América y del Caribe. Esta bordeada en el Noreste por la trinchera mesoamericana, al Este por la zona de fractura de Panamá, al sur por la zona de rift de Galápagos y al Oeste por la dorsal del Pacífico Este. La placa de Cocos incluye la dorsal de Cocos.

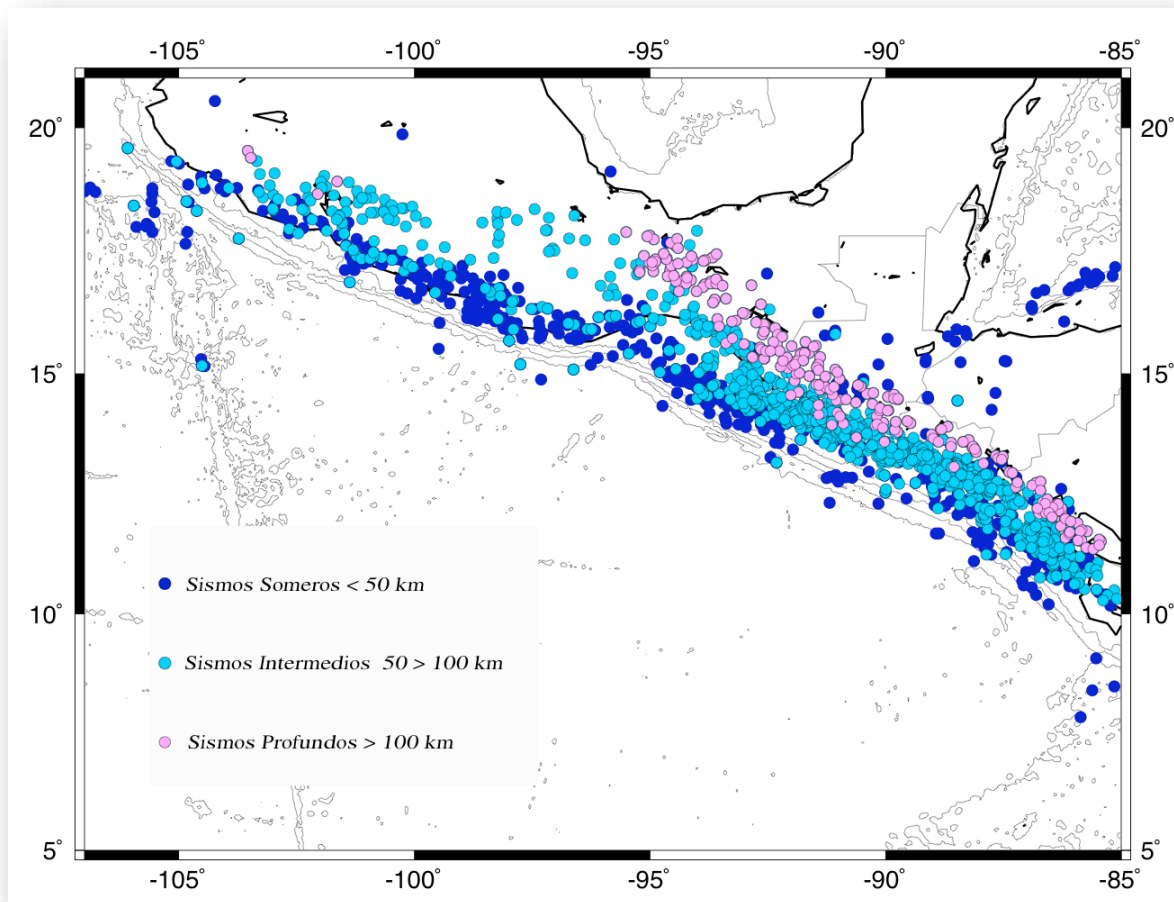
La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) es un arco magmático continental, constituido por cerca de 8000 estructuras volcánicas y algunos cuerpos intrusivos que se extiende desde las costas del Pacífico, en Jalisco hasta las costas del Golfo de México, en Veracruz. Las rocas volcánicas presentan una gran variedad en composición, desde basaltos hasta riolitas con edades del Mioceno Medio a Tardío hasta la actualidad.

La Faja Volcánica Transmexicana se extiende del Océano Pacífico al Atlántico, desde el estado de Nayarit hasta el Estado de Veracruz y posee numerosos ramales como el graben de Colima en el Oeste y la extensión al SE que se desprende desde la región oriental pasando por Oaxaca hasta Tehuantepec.

Los trabajos geológicos estructurales más actuales han permitido definir la geometría, cinemática y edad de los principales sistemas de fallas que afectan a la FVTM. Y se ha puesto manifiesto que en buena parte de la FVTM ha existido una estrecha relación espaciotemporal entre el fallamiento y el vulcanismo.

La sismicidad de la FVTM es exclusivamente superficial ligada a la corteza rígida superior. Temblores no se generan a profundidad dentro de la corteza media inferior ni tampoco en el manto debajo de ella, ya que el calor impide la acumulación de esfuerzos tectónicos. De manera general los sismos pueden generarse en las zonas centrales o en los límites laterales donde el rompimiento aún se produce. En la figura 31, se presenta un mapa con la localización de los sismos de mayor magnitud entre 1964 y 1998.

**Figura 31. Localización de los sismos de mayor magnitud entre 1964-1998**



Fuente: García-Quintero 2007

La Figura 31 muestra los epicentros de sismos registrados en la zona de interacción de la placa de Cocos para el periodo comprendido entre 1964 y 1998, separados por profundidades. Y como se puede observar la mayor actividad se presenta en una franja paralela al Océano Pacífico.

Adicionalmente se presentan en la figura 32, los movimientos cercanos a la zona del puerto de Veracruz para el periodo comprendido del año 2000 a la fecha registrados por el Servicio Sismológico Nacional. Cabe destacar que sólo se registran 7 movimientos y únicamente uno de ellos ocurrió a 24 Km a Veracruz, Ver.

**Figura 32. Sismos registrados en las cercanías al SAR.**

FECHA (DD-MM-AA)	HORA	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD	ZONA
06-06-00	6:59	18.95	96.06	8	4.4	Veracruz-Oaxaca
01-05-01	6:23	18.39	96.06	16	4.1	Veracruz-Oaxaca
14-04-06	19:31	19.33	96.37	42	3.8	5 Km al sur de José Cardel
12-02-06	18:31	19.49	95.67	16	3.75	59 Km al Este de Veracruz
12-02-07	16:17	19.2	95.9	16	3.8	24 Km al Este de Veracruz, Ver.
26-06-08	21:33	19.4	95.91	22	4.0	32 Km al Noreoeste de Veracruz, Ver

Fuente: García-Quintero 2007



## **Suelos.**

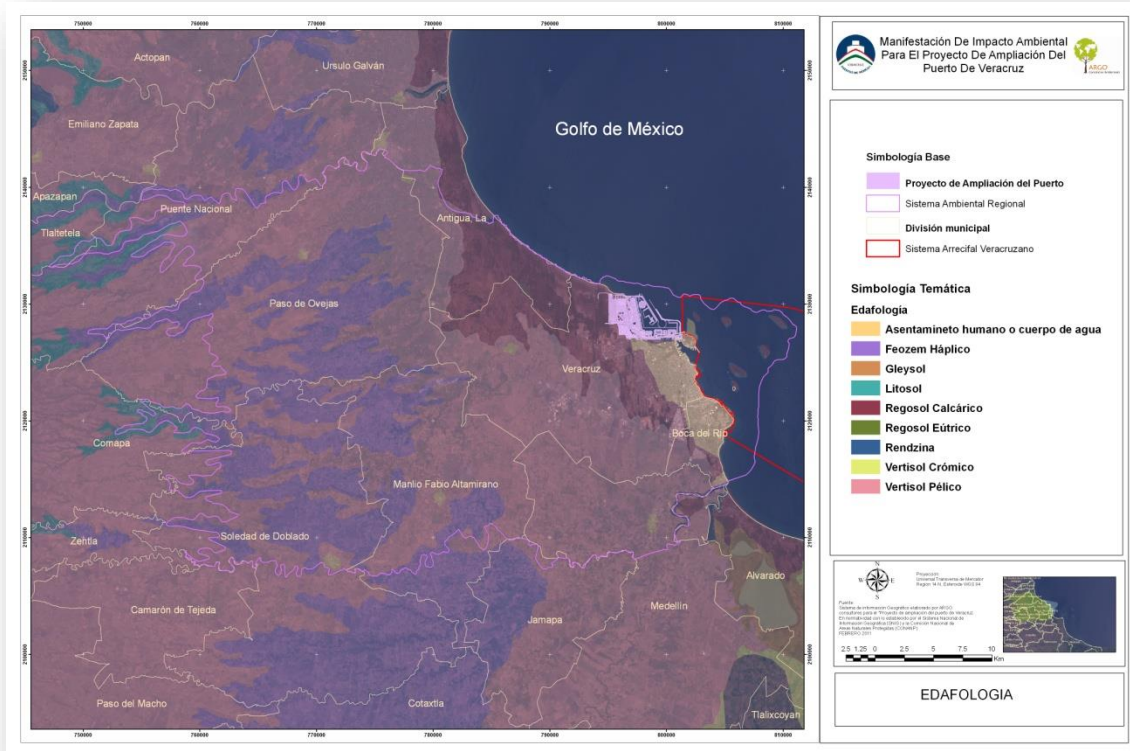
La gran diversidad de formas que presenta el relieve de Veracruz, hace que sea uno de los estados de nuestro país con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo, vegetación y la vida silvestre que la sustenta, entre otros.

En las cercanías a la zona del proyecto, se observa una gran uniformidad de los materiales ya que los sedimentos están constituidos principalmente por arenas. Desde el punto de vista morfológico, en el área se distinguen tres zonas:

- Depósitos de dunas. Estos materiales están constituidos por arenas y por arenas limosas, forman una serie de lomeríos que se extienden principalmente al poniente de la ciudad.
- Depósitos de playa. Estos sedimentos se encuentran entre las dunas y el mar, presentan una ligera pendiente hacia la costa y están constituidos por arenas y arenas limosas. Es interesante observar que, en algunas zonas, bajo estas arenas, se encuentran depósitos de corales.
- Depósitos aluviales. Simultáneamente con la formación de dunas y de los depósitos de playa se encuentran a lo largo del río Jamapa la presencia de depósitos aluviales.

Los tipos de suelo encontrados en el SAR y sus vecindades se presentan en la Figura 33.

Figura 33. Mapa de edafología



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

La Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, de la Subdirección de Proyectos y Construcción de la Comisión Federal de Electricidad, desarrolló para la Administración Portuaria Integral de Veracruz S.A. de C.V. el estudio denominado “Seguimiento de análisis de transporte de sedimentos en época de avenidas, en los ríos Medio, Grande, Lagartos y la planta de tratamiento de aguas residuales Playa Norte”. En este estudio se hace una descripción de la edafología de las cuencas de los ríos antes mencionados, que empata con el área de nuestro interés.

La Figura 34 muestra la descripción de los tipos de suelos en las cuencas de cada estudiado.

**Figura 34. Características generales de los suelos de la zona de estudio**

UNIDAD	SUBUNIDAD	CLASE TEXTURA L	CARACTERÍSTICAS
<b>Regosol (R)</b>	Calcárico (c)	Gruesa (1)	Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca. Suelos con mucha arena y calizo al menos entre 20 y 50 cm de profundidad
<b>Vertisol (V)</b>	Pélico (p)	-	Suelos muy arcillosos, con grietas anchas y profundas cuando están secos; si se encuentran húmedos son pegajosos; su drenaje es deficiente.
<b>Vertisol (V)</b>	Crómico (c)	Fina (3)	Suelos con mucha arcilla, en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de estiaje tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial, estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados, el subtipo crómico es menos oscuro que el subtipo pélico que es muy oscuro.
<b>Feozem (H)</b>	Haplico (h)	-	Suelo con superficie oscura, de consistencia suave, rica en materia orgánica, y nutrientes.

Fuente: diccionario de geología Facultad de Ingeniería UNAM

**Regosol (R):** Son suelos de baja evolución condicionados por el material originario. Se encuentra sobre materiales originales sueltos (o con roca dura a más de 30 cm). Sólo con: ócrico o cámbrico. Son suelos poco desarrollados, formados a partir de materiales no consolidados, usualmente arenas, una roca blanda (lutita).

En pendientes con erosión, la regolita permite el paso de las raíces. El subtipo calcárico, es calizo al menos entre 20 y 50 cm de profundidad.

**Vertisol (V):** Es un suelo con una alta proporción de arcilla expandible al menos hasta 50 cm de profundidad; desarrolla fisuras de hasta 1 cm de ancho. Desarrolla abundantes grietas muy anchas (>1 cm de diámetro) y profundas (hasta al menos 50 cm) durante los periodos de estiaje, se localizan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen durante la época de sequía.

Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises, pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando secos; a veces son salinos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son suelos casi siempre muy fértiles, pero su dureza ocasiona ciertos problemas de manejo, ya que dificulta la labranza y además tienen con frecuencia problemas de inundación y mal drenaje. Los vertisoles contienen grandes cantidades de montmorillonita, arcilla expandible que debido a su expansión y contracción alternada produce que a través del tiempo el suelo se invierta.

**Feozem háplico (Hh):** Son suelos típicamente de clima estepario. Con un horizonte Amólico (capa de suelo oscura de más de 1 unidad de cromo que el horizonte inferior. Su estructura no es masiva ni dura. Tiene más de 1% de materia orgánica. Su profundidad es de 1/3 del total) pero sin acumulación de carbonatos ni sulfatos en los horizontes profundos y un grado de saturación del 50% como mínimo (por NH<sub>4</sub>OAc) en una profundidad de 125 cm a partir de la superficie, no muy duro cuando se seca. El Feozem tiene una capa superficial rico en materia orgánica y nutrientes, susceptible a la erosión y de color oscuro. No arcillosos, sin grietas en época de sequía. Tiene una proporción muy baja de bases, por lo que carece de horizontes cálcico (acumulación de carbonato de calcio) y gípsico (acumulación de

yeso) y no es calcáreo, asimismo, carece de propiedades sálicas y oleicas (alta saturación con agua) al menos en los 100 cm superficiales.

Todo lo relacionado con el aporte de sedimentos de la porción terrestre al mar, es decir, las aportaciones de los cuerpos de agua continental, se abordará más adelante en el apartado destinado a la descripción de la hidrología superficial.

### **Hidrología superficial.**

Todas las corrientes que surcan el territorio del estado de Veracruz, con excepción de los pequeños arroyos localizados en la ladera occidental del Cofre de Perote, pertenecen a la vertiente del Golfo de México.

El Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado en la Región Hidrológica "Papaloapan" que abarca gran parte de la porción centro-sur de Veracruz, las corrientes que la integran tienen una disposición radial y paralela, controlada por algunas elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (el Cofre del Perote y el Pico de Orizaba). Las cuencas que la conforman son: "Papaloapan" y "Jamapa".

La Región 28 "Papaloapan", se divide a su vez en: RH28A "Actopan-Jamapa" y RH28B "Papaloapan". Dentro de la primera, la cual comprende los ríos Actopan, La Antigua y Jamapa, es que se encuentra el municipio de Veracruz y la zona de nuestro interés. La RH28A presenta un volumen de lluvia de 17,672 millones de m<sup>3</sup> anuales y un escurrimiento virgen de 7,562 millones de m<sup>3</sup>. Los ríos Actopan, La Antigua y Jamapa son menos caudalosos que los de la RH27; sin embargo, La Antigua abastece a numerosas unidades de riego. Los tres ríos señalados en conjunto, abastecen por derivación al Distrito de Riego 35, por lo que tienen mayor competencia por disponibilidad durante el estiaje. Dentro de toda la Región Administrativa, el río La Antigua es el que presenta un mayor volumen de extracción superficial para riego.

Debe señalarse también que en esta zona se concentra buena parte de las zonas urbanas e industriales de Veracruz, por lo tanto, los ríos presentan bajos índices de calidad en algunos tramos. La industria azucarera representa más del 40% de la fuente de contaminación del río La Antigua. Todo lo relacionado con la calidad del agua de los sistemas continentales del SAR, serán detallados más adelante.

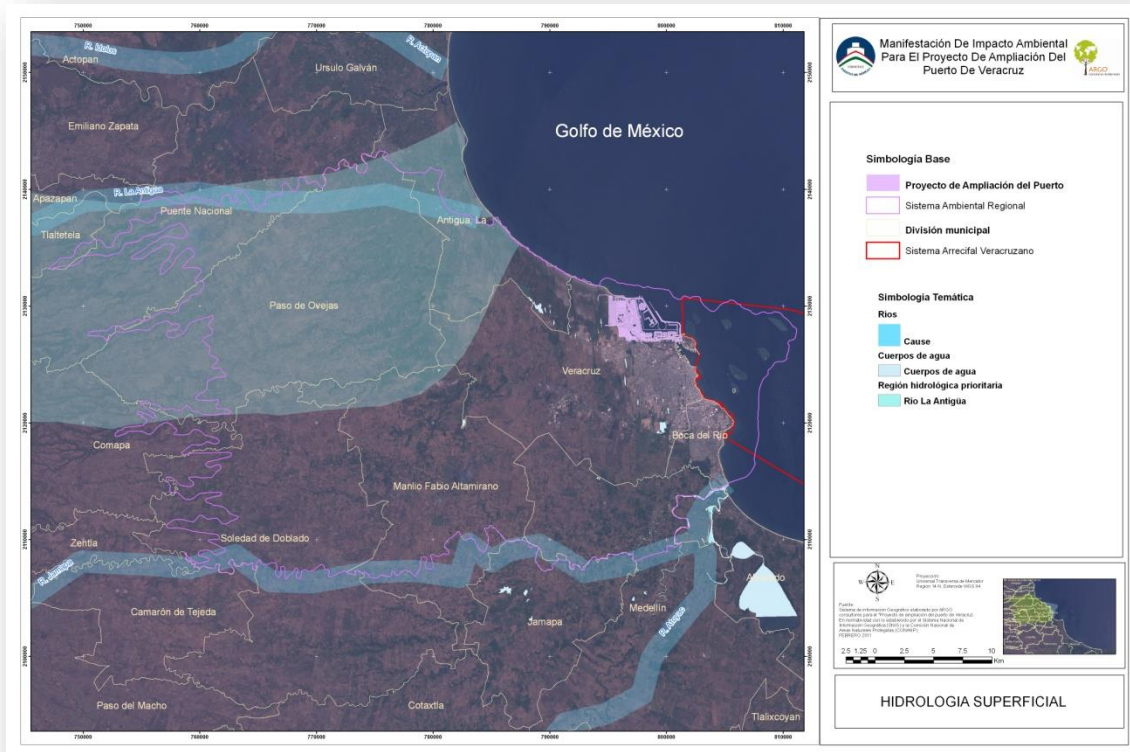
Debe señalarse también, que los escurrimientos que tienen influencia en la dinámica litoral de Bahía de Vergara se encuentran fuera de su cuenca hidrológica, al norte de la bahía, ya que en ésta no se encuentran escurrimientos de importancia. El río que aporta gran parte del material terrígeno que es acarreado por el transporte litoral, así como el agua que es transportada por la corriente local superficial y que es, por tanto, un factor de importancia en la calidad del agua en la bahía es el río La Antigua. Recordemos que, inclusive, tan relevantes son los sistemas fluviales para la zona de estudio que son uno de los elementos utilizados para la delimitación del SAR. Los ríos Jamapa y La Antigua tienen un gasto de aproximadamente  $1.89 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$  y  $2.82 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ , respectivamente Tamayo (1999) citado por (Jiménez Hernández et al. 2007). El río La Antigua acarrea sedimentos terrígenos desde la Sierra de Perote, mientras que el ríos Jamapa y lo hace desde las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental (Jiménez Hernández et al. 2007).

De hecho, dado el nivel de sedimentos en suspensión que arroja el río La Antigua en época de avenidas genera una pluma de turbidez que es acarreada por la corriente local superficial hacia el oriente, pasando por Bahía de Vergara e ingresando al polígono del Sistema Arrecifal Veracruzano, para unirse posteriormente a la pluma de turbidez generada por el río Jamapa. La cuenca del Río Jamapa tiene una extensión de 391, 200 Ha y está conformada a su vez por otras subcuencas las cuales se mencionan a continuación: Acatlán, Actopan, Antón Lizardo, Atoyac, Coaxtla, El Tejar, Ídolos, Cacumulco, Jalapa, La Gloria, Naolinco, Paso de las Ovejas, Pescados, San Francisco, Santa Anita, Tres Palmas-

Playa Azul, Ver -3, Villa José Cardel, Xicuintla- Jamapa, Zempoala- Mozomboa, Zocoapan y subcuenca del Río Jamapa.

El área donde se realizaría el proyecto de Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte está inserta en la subcuenca de San Francisco. La siguiente Figura ilustra la hidrología superficial del Sistema Ambiental Regional.

**Figura 35. Hidrología superficial del Sistema Ambiental Regional**



Fuente: Anexo cartográfico de la MIA regional del puerto de Veracruz

### **3.3 Discusión**

#### **3.3.1 Problemática identificada**

La problemática que se presenta se dividió en tres principales factores que fueron:

1. Conciliación entre el desarrollo económico, social y la protección ambiental
2. Estandarización y codificación de la información multidisciplinaria.
3. Realización y presentación de modelos de análisis y modelos predictivos

La primera problemática de la naturaleza del proyecto. Al considerar que la ampliación de un puerto conlleva un desarrollo económico a nivel nacional y regional que afecta directamente los intereses económicos de actores políticos, y económicos. Fue mi responsabilidad escuchar a los diversos actores y dar solución a sus inquietudes. Lo que respecta a la localización del puerto se establecieron prioridades que tomarán en cuenta los costos de transporte en cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y abandono) tanto para el servicio de administración como para las empresas que serían las usuarias finales del puerto.

Se definió la localización de la obra basado en la viabilidad de uso con respecto al actual puerto.

Se determino la localización de un sitio donde se encontrarán las condiciones ambientales para la operación del puerto donde su construcción y operación impactara lo menos posible las funciones ecológicas preexistentes y que impactara positivamente al medio ambiente.

En la segunda problemática se procedió a estandarizar la información generada por los distintos involucrados. Para que cada uno de estos utilicen medidas y formatos estándar para el proyecto, se dificulta porque se casan con formatos de matrices, programas, plataformas o sistemas de medición o formas analógicas de información pues deben utilizar una forma única de manejo de información y un único sistema de codificación y sistema de medición.



La tercera problemática es entender y hacer entender los fenómenos sociales, políticos, económicos, ecológicos y ambientales que modelan e interactúan en un territorio.

Con la información recopilada de todos los expertos se realizan modelos predictivos del comportamiento del territorio con el fin de identificar los impactos ambientales y sociales de la región que se determina como sistema ambiental regional en términos de la manifestación de impacto ambiental.

Existen dos problemáticas más en el desarrollo del proyecto que se refieren al ámbito económico y al ámbito político, que, aunque no son temas que directamente estén integradas en el trabajo propio como geógrafo, intervine.

### **Temporalidad**

El proyecto MIA del puerto de Veracruz inició con la corrección de los resultados obtenidos del Monitoreo de azolve en los arrecifes de la parte norte del Sistema Arrecifal Veracruzano elaborado por la Constructora Cástor Pólux SA de CV en 2007. Mi participación termina con la entrega y defensa del documento MIA modalidad regional en mayo de 2010.

#### **Objetivos:**

- Depurar y mantener las bases de datos existentes.
- Continuar la recopilación de información.
- Generar metadatos de la información del SIG, no incluidos.
- Incorporar los datos de los Proyectos cercanos y de interés
- Responder a las consultas recibidas.
- Generar cartografía sistemática y específica.
- Asesorar y apoyar en otros Proyectos de investigación y verificar la información de otras campañas de monitoreo

- conformar hardware y software que soporten el sistema.
- Desarrollar la capacidad de publicación de cartografía

### **3.3.2 Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG), ya actualizado según los límites de la nueva poligonal para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano, para la elaboración de material cartográfico**

- **Se entregaron los shapes de:**
  - Capa de delimitación de la nueva poligonal que define los límites para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano
  - Imagen de satélite de toda poligonal marina
  - Capas temáticas del medio abiótico
  - Capas temáticas del medio biótico
  - Capas temáticas del medio socioeconómico
  
- **Se entregaron metadatos de:**
  - Capa de delimitación de la nueva poligonal que define los límites para el Parque Nacional Marino, Sistema Arrecifal Veracruzano
  - Imagen de satélite de toda poligonal marina
  - Capas temáticas del medio abiótico
  - Capas temáticas del medio biótico
  - Capas temáticas del medio socioeconómico
  
- **Se entregó visual en formato kmz montable en google earth de la poligonal final de la actualización**
- **Se entregó proyecto de visualización del SIG sobre sistema ESRI Arcgis 9.2**
- **Visualizador de SIG**

El sistema de información geográfica descrito con anterioridad fue usado para elaborar distintas cartografías que permitieron los análisis de las variables

necesarias para la MIA. Basado en el SIG elabore la cartografía que ilustra el documento oficial del impacto ambiental y esta memoria.

### **3.3.3 Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental**

A pesar de que la normatividad exige a los investigadores elaborar modelos digitales que apoyen y sustenten los resultados de los análisis dentro de las manifestaciones de impacto ambiental, y de la importancia e impacto social que un proyecto como es la ampliación del puerto de Veracruz, el SIG que se presentó no fue ampliamente difundido, por el contrario fue celosamente reservado, por lo cual puedo afirmar que fue entregado a personas que no cuentan con las capacidades técnicas para operarlo y mantenerlo o con las capacidades académicas necesarias para supervisarlos.

Lamentablemente esta herramienta será útil únicamente como antecedente para realizar análisis posteriores o investigaciones de la zona siempre y cuando sea solicitada a la autoridad federal o portuaria, pero la falta de difusión de esta herramienta dificulta en gran medida que incluso la actividad antes mencionada sea impactante.

### **3.3.4 Aportaciones y sugerencias**

Que la comunidad geográfica a través de sus autoridades y representantes amplíe su impacto en el desarrollo de normatividades del ámbito legal, por ejemplo, que se participe en la modificación de la normatividad en materia de impacto ambiental, ya que en la actualidad solo se exige un mínimo de calidad en el aspecto de sistemas de información, además la norma exige la publicación y el libre acceso al documento de la MIA pero no a sus anexos incluido el SIG, si la comunidad geográfica se hiciera más presente se podría hacer que el SIG tuviera más difusión y por lo tanto más importancia e impacto social.

También es importante destacar que la preparación con la cual el egresado de la facultad de geografía cuenta es suficiente el aspecto técnico ambiental, pero carece de la amplitud técnica científica en los aspectos oceanográficos y los procesos de construcción de las obras civiles en general, por lo cual debería de ampliarse estos aspectos.

En mi experiencia, he tenido que fungir como mediador entre los diversos actores políticos y económicos; así como entre los diversos expertos que se debieron involucrar durante todas las fases del proyecto, lo cual para mi marco la existencia de un factor para el cual no recibí ningún tipo de preparación durante mi formación académica en la facultad de geografía, y es el manejo de relaciones interpersonales.

Los geógrafos somos unos de los pocos expertos en el manejo del espacio geográfico en su totalidad, lo cual nos da una perspectiva única de integración y manejo holístico, la cual se ve limitada por nuestra capacidad de trabajar el capital humano de forma eficiente, el cual por su complejidad y sensibilidad depende en gran medida de un buen trabajo de comprensión y manejo psicológico y emocional para el cual la carrera no nos capacita.

Una propuesta personal sería el agregar materias de manejo de recursos humanos que permitan al egresado incorporarse con mayor eficiencia a los puestos gerenciales y de grupos interdisciplinarios para los cuales estamos plenamente formados por el aspecto técnico científico.

## BIBLIOGRAFÍA

- D. Geneletti (2002). Ecological evaluation for environmental impact assessment,
  - Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, Department of Earth Systems Analysis, Vrije Universiteit
  - Paula Antunes\*, Rui Santos, Luis Jordao (2001). The application of Geographical Information Systems to determine environmental impact significance, Ecological Economics and Management Centre, Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Sciences and Technology, New University of Lisbon, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal
  - Escofet, A. (2006), Enfoque sistémico-paisajístico de multiescala para el análisis de la zona costera de México, Universidad Autónoma de Baja California, México
  - Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) Annual Reports Series 1997, UNESCO
  - Pau Balaguer\*, Rafael Sarda´ , Mauricio Ruiz , Amy Diedrich , Guillermo Vizoso , Joaquin Tintore´ (2008), A proposal for boundary delimitation for integrated coastal zone management initiatives, Ocean & Coastal Management #51; Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (LSIG), Universitat de les Illes Balears (UIB), Palma de Mallorca, España
  - Ortiz Lozano, L., A. Granados Barba, V. Solís Weiss y M. A. García Salgado. 2007. Environmental evaluation and development problem of the Mexican coastal zone. Universidad Veracruzana | UV · Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías; y Ocean and Coastal Management #48
  - Ortiz-Lozano, Gutiérrez -VELÁZQUEZ ET-AL ( 2009B), Indicadores de presión antropogénica asociados a encallamientos en arrecifes coralinos de un área marina protegida; Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Veracruz, México
  - CNA (2008). Estadísticas del Agua en México 2008. México., Comisión Nacional del Agua. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.: 44.

- CNA (2009). Atlas del Agua en México, Comisión Nacional del Agua.: 52-57.
- Conabio, “Regiones Terrestres Prioritarias de México”.
- Conesa Fernández – Vitora. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Tercera Edición. Ediciones Mundi – Prensa. 412 pp. 2002.
- Diario Oficial. 2002. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2001. Protección ambiental- Especies de flora y fauna silvestres de México- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusivo o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. México. 56p.
- Domingo Gómez Orea. Evaluación de impacto ambiental. Segunda edición, 2002 Ediciones Mundi Prensa. ISBN: 84-8476-084-7.
- Enciclopedia de los Municipios de México: Veracruz © 2009. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.
- Espinoza, G. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago de Chile. 2002.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. CONABIO, UNAM. México. 439 pp.
- García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía, UNAM, México.
- Gómez Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental. Segunda Edición. Ediciones Mundi – Prensa, España. 749 pp. 2003.
- González Quintero, L. Tipos de vegetación de México, México, I.N.A.H. , 1974.
- Censo de Población y Vivienda 2005. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Indicadores Socioeconómicos de los Pueblos Indígenas de México, 2002. Índices de marginación 2005. [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)

- INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 2000  
c. Cartas Topográficas. Escala 1:50 000. México.
- Informe sobre Desarrollo Humano de los pueblos indígenas de México  
2006. [www.cdi.gob.mx](http://www.cdi.gob.mx)