



---

INTRODUCCIÓN

# ESTUDIO DE LÍNEA BASE AMBIENTAL ÁREA CONTRACTUAL BARCODÓN



---

INTRODUCCIÓN

**ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE**



## 2 Resumen Ejecutivo de la Línea Base Ambiental

El presente Estudio de Línea Base Ambiental LBA que se realizó para el Área Contractual Barcodón, el cual se encuentra regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08 del 28 de Agosto de 200, del “Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020”, en él se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia.

Que dicho Estudio de Línea Base Ambiental LBA tiene como objetivos principales en conocer las condiciones ambientales de las instalaciones e infraestructura (pozos, líneas de descarga, batería de separación, gasoductos y otras instalaciones atribuibles al sector), Identificar y evaluar los daños ambientales, e identificar y evaluar los daños preexistentes; todos estos rubros dentro del Área Contractual Barcodón, con base en las metodologías aplicables para la realización de un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual y la caracterización del Sistema Ambiental que ahí se desarrollan por medio de: Delimitación del Área de Estudio o Sistema Ambiental Regional (Cuenca Hidrológica), Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, “Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, Unidades de Gestión Ambiental (UGA), así como el Registro y descripción de daños ambientales.



### 3 Introducción

En México, durante los procesos de extracción, refinación, transporte, almacenamiento y actividades propias de la industria petrolera, son derramados accidentalmente al ambiente desde décadas pasadas y en la actualidad. Esto representa una problemática que es necesario resolver, debido a que los suelos y cuerpos de agua están contaminados con hidrocarburos, muchos de ellos permanecen largos períodos de tiempo expuestos al ambiente, comúnmente denominados suelos intemperizados. Por lo que se estima que el 0.9% de los hidrocarburos en sus diferentes fases es derramado accidentalmente al mar, suelo, lagos y atmósfera durante dichos procesos (Guerrero, 2014); (Maya, 2005); (Velasco, 2004); (Flores, Et. al. 2004); (Volke, 2003); (García, 2003), (Montes de Oca, 2001).

Muchos de los sitios contaminados con hidrocarburos que resultaron de las fugas o descargas accidentales en el suelo, presas de quema a cielo abierto construidas con materiales permeables que permitieron la filtración de los hidrocarburos, combustóleo, gasóleo, gasolina, diesel y turbosina, así como la disposición de recortes de perforación, lodos aceitosos y aceites lubricantes gastados, que se han producido dentro y fuera de las instalaciones. En muchos casos, estos derrames han dañado el subsuelo y el agua subterránea y han permanecido en el tiempo sin saneamiento alguno o en casos aislados se han remediado unos cuantos, (Roldán e Iturbe 1998), (Ortínez, Et. al. 2003) y (Ferrara-Cerrato, Et. al. 2006).

La permanencia de los hidrocarburos en el suelo al aire libre, se transforman en **hidrocarburos intemperizados**, los cuales están definidos como aquel material que no presenta ningún grado de fluididad a temperatura ambiente (36 grados centígrados en promedio en las zonas de trabajo), sino que su estado físico corresponde a un sólido, por lo que todo material que no presente un determinado grado de fluididad a esta temperatura se considerará como intemperizado, (PEP, 2011).

Por otro lado, los derrames de hidrocarburos que permanece sin ser atendido pueden causar daños constantes y crecientes al suelo y a otros recursos naturales, durante el proceso de intemperización, a los cuales se les denomina **pasivo ambiental**, que para efectos del Reglamento de la Ley General de para la Prevención y Gestión de los Residuos, en el artículo 132, párrafo segundo y que a la letra dice: "...Se



considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación...”. Asimismo, en el Artículo 5 fracción XL de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, se define sitio contaminado, el cual se cita textualmente “... Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas; ...” Por otra parte, solo con fines conceptuales se consideró la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, en el apartado 4.17 define como pasivo ambiental “Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente”, por otra parte; en el punto 4.21 define a los suelos contaminados con hidrocarburos como “Aquel en el cual se encuentran presentes hidrocarburos que por sus cantidades y características afecten la naturaleza del suelo...”. Cabe señalar, que en la versión actual de NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 no se citan dichos conceptos. Siguiendo esta secuencia teórica, se concluye que cuando se trate de un pasivo ambiental se debe realizar una recopilación de los antecedentes históricos sobre las actividades y sucesos que originaron la contaminación, ya que es determinante en la identificación y caracterización de los pasivos ambientales, para deslindar y atribuir al agente generador.

### 3.1 Impactos acumulativos

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Impacto Ambiental, se define en el artículo 3 Fracción VII Impacto Ambiental Acumulativo es ”El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente” de acuerdo a este concepto en el área del proyecto existe una serie de actividades que ocurrieron en el pasado durante la perforación y operación de pozos, así como el transporte de hidrocarburos a través de la red de las líneas de conducción, los cuales se observan actualmente y que a través del tiempo se han generado impactos acumulativos o pasivos ambientales ya descritos con anterioridad. Este análisis, tiene congruencia con la



descripción técnica del concepto de impacto acumulativo propuesto por V. Conesa, 2010 el cual lo define como aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

Siguiendo el criterio del autor, se interpreta que la permanencia de un impacto ambiental en el tiempo y espacio son determinantes sobre un componente ambiental, es decir; que depende de la capacidad de carga del sistema natural para amortiguar cualquier acción antrópica y en el caso extremo que no existan las condiciones ambientales que permitan su recuperación de manera natural.

Partiendo de estos conceptos técnicos – jurídicos se podrán identificar los impactos acumulativos o también denominados *pasivos ambientales* generados por el proyecto, tendrían que ser evaluados de manera indirecta en el diagnóstico ambiental, es decir a través; de la inspección en campo aplicando una metodología que permita identificar dichos pasivos ambientales dentro del Área Contractual Barcodón, para ello; es indispensable ajustarse al principio de legalidad y que a continuación se presenta una síntesis:

### 3.2 El principio de legalidad

En general, legalidad significa conformidad a la ley, es decir; para que un hecho se conserve dentro de lo legal tiene que realizarse con apego a la ley. Existen diversas leyes que regulan el entorno ambiental y la subsecuente actuación del hombre en el medio. Cada actividad está regulada por leyes que la rigen. Sin embargo, no siempre existen normas o leyes específicas para un proceder, de ahí que en el término más amplio, legalidad signifique "*que las decisiones se tomen siempre en apego a la legislación constitucional y la reglamentación vigente, así como al marco institucional en lo referente a las funciones y la coherencia con los programas vigentes*"<sup>1</sup>. Así entendido, el principio de legalidad es un corolario de la doctrina política que ve en la constitución la expresión de la soberanía, razón por la cual todas las actividades del proyecto se realizarán en apego a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>1</sup> La evaluación de impacto ambiental, logros y retos para el desarrollo sustentable 1995 – 2000. INE – SEMARNAP.



A continuación se presenta en la Tabla 3-1, el análisis normativo en la conceptualización de los pasivos ambientales, identificación, caracterización y atribuciones para la remediación por parte del generador.



INTRODUCCIÓN

**Tabla 3-1.-** Análisis Normativo y Técnico en la conceptualización de los daños ambientales y preexistentes, identificación, caracterización y atribuciones del generador.

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
Artículos 4, 25, 27, 73 y 115	<p><b>Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</b></p> <p><b>Artículo 2o.-</b> Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:</p> <p>I. Actividades consideradas como altamente riesgosas: Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;</p> <p>III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley;</p> <p>IV. Daño indirecto: Es aquel daño que en una cadena causal no constituye un efecto inmediato del acto u omisión que es imputado a una persona en términos de esta Ley;</p> <p>V. Se entiende por cadena causal la secuencia de influencias de causa y efecto de un fenómeno que se representa por eslabones relacionados;</p>	<p><b>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</b></p> <p><b>Artículo 132.-</b> Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente.</p> <p><b>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</b></p> <p><b>Artículo 3o.-</b> Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:</p>	<p><b>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</b></p> <p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p> <p><b>Pasivo Ambiental:</b> Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente.</p> <p><b>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012</b></p> <p><b>4.2 Derrame</b></p> <p>Descarga, liberación, rebose o vaciamiento de hidrocarburos en el suelo.</p> <p><b>4.3 Hidrocarburos</b></p> <p>Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.</p> <p><b>NOM-117-SEMARNAT-2006</b></p> <p>Que establece las especificaciones de protección ambiental durante</p>	<p><b>NRF-261-PEMEX-2010</b></p> <p>Manejo integral de recortes impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros.</p> <p><b>Formación receptora:</b> Estrato o depósito compuesto en su totalidad por roca porosa y permeable, con o sin fracturas naturales o inducidas del subsuelo, identificado como yacimiento de hidrocarburos agotado o improductivo.</p> <p><b>Manejo integral de recortes:</b> Son las actividades de separación (fluido-recorte), recolección, transporte, reutilización, inyección, valorización, tratamiento, o disposición final de recortes, realizadas individualmente o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada instalación petrolera, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.</p> <p><b>Programa de manejo:</b> Descripción de la información básica de actividades y acciones para el manejo de los recortes de perforación que incluye entre otros: línea base de generación, tendencias de generación, políticas, metas de manejo, descripción y justificación de las tecnologías y prácticas a utilizar, instrumentos o mecanismos económicos y jurídicos.</p> <p><b>NRF-256-PEMEX-2010</b></p>	<p><b>Descripción de los Trabajos:</b></p> <p>Saneamiento y restauración de áreas contaminadas con hidrocarburo Licitación No. 18575008-536-11.</p> <p><b>Desorción térmica:</b> Proceso que consiste en calentar de 90 a 540 °C el suelo contaminado con contaminantes orgánicos, con el fin de vaporizarlos y por consiguiente separarlos del suelo, se utiliza cuando el hidrocarburo está intemperizado.</p> <p><b>Hidrocarburo Intemperizado (Petróleo Crudo):</b> Se define como aquel material que no presenta ningún grado de fluidez a temperatura ambiente (36 grados centígrados en promedio en las zonas de trabajo),</p>



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p><b>VIII. Estado base:</b> Condición en la que se habrían hallado los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, las relaciones de interacción y los servicios ambientales, en el momento previo inmediato al daño y de no haber sido éste producido;</p> <p><b>Artículo 6o.-</b> No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</p> <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</p> <p>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes Ambientales o las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p><b>Artículo 7o.-</b> A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para</p>	<p><b>III.- Daño ambiental:</b> Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso;</p> <p><b>VII. Impacto ambiental acumulativo:</b> El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;</p>	<p>la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y rurales.</p> <p><b>Derecho de vía:</b> Franja de terreno donde se aloja el sistema de conducción de hidrocarburos y petroquímicos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección del mismo.</p> <p><b>NOM-143-SEMARNAT-2003</b></p> <p>Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos</p> <p><b>Agua congénita:</b> Agua asociada al hidrocarburo en el yacimiento y que surge durante la extracción del mismo. Contiene sales y puede tener metales. Se considera un subproducto no aprovechable.</p> <p><b>Condensados:</b> Líquido producido por la condensación del gas natural.</p>	<p>Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres</p> <p><b>Contrapozo:</b> Estructura que se construye en el subsuelo para ubicar por medio de coordenadas geográficas, el sitio donde se debe hacer la perforación del pozo. Tiene como funciones principales facilitar el hincado del tubo conductor y alojar los preventores para el control del pozo durante la perforación.</p> <p><b>Fosa o presa de quema:</b> Bordo de tierra que se construye para contener desfogues del pozo durante los trabajos de perforación, terminación y mantenimiento.</p> <p><b>Localización, pera o macropora.</b> Área diseñada o acondicionada para la instalación del equipo y realización de las actividades de perforación o producción de uno, dos o más pozos petroleros según corresponda.</p> <p><b>Quemador.</b> Elemento utilizado para quemar gases y líquidos producto de la perforación de pozos petroleros.</p> <p><b>Contrapozo:</b> El contrapozo, debe ser de concreto armado con acero de refuerzo, de acuerdo a las características y especificaciones del proyecto aceptado por PEP o en su defecto a los planos alternativos que se muestran en el Anexo 6 de esta Norma de Referencia, donde se debe considerar en el fondo de este, un cárcamo para recolectar por succión los líquidos que se acumulen.</p>	<p>sino que su estado físico corresponde a un sólido, por lo que todo material que no presente un determinado grado de fluididad a esta temperatura se considerará como intemperizado.</p> <p><b>Hidrocarburos Naturales:</b> Compuestos orgánicos naturales, formados por carbono e hidrógeno, a los que pertenecen principalmente el petróleo, gas natural, asfaltos y ceras minerales, bien sea que ocurran en la superficie terrestre o en el subsuelo.</p>



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>considerarlos como adversos y dañosos. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el de la capacidad de regeneración de los elementos naturales.</p> <p><b>Artículo 10.-</b> Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</p> <p><b>Artículo 12.-</b> Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:</p> <p>I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;</p> <p>Artículo 24 y 25.</p> <p><b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Art.5.-</b></p> <p><b>Caracterización de sitios contaminados:</b> Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.</p> <p><b>Generación:</b> Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.</p>		<p>Está compuesto por proporciones variables de butano, propano, pentano y fracciones más pesadas, con poco o nada de metano y etano.</p> <p><b>Pozo para la inyección de agua congénita:</b> Obra de ingeniería construida especialmente para disponer agua congénita en formaciones receptoras o pozo petrolero agotado que cumpla con las especificaciones de la presente Norma.</p> <p><b>Sellar o taponar:</b> Trabajos necesarios para aislar las formaciones perforadas de tal manera que se eviten invasiones de agua congénita o hidrocarburos a acuíferos o a la superficie.</p> <p><b>NOM-027-SESH-2010</b> Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.</p> <p><b>Administración de integridad:</b> Proceso que incluye la inspección de los sistemas de transporte de hidrocarburos, evaluación de las indicaciones obtenidas de las inspecciones,</p>	<p><b>Guardaganado.</b> PEP en sus bases de licitación debe determinar si se construye, en caso afirmativo, este debe ser de estructura de acero tubular de acuerdo a las características y especificaciones del proyecto o en su defecto a los planos alternativos del Anexos 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p><b>Puerta metálica o portón de acceso:</b> Se debe construir de acuerdo a las características del proyecto o en su defecto al plano tipo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p><b>Cerca perimetral:</b> Se debe construir de acuerdo a las características del proyecto, puede ser de alambre, alambre de púas galvanizado, malla ciclónica, malla tipo gallinero, entre otras (ver una referencia en el plano alternativo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia).</p> <p>Barandales en área de árbol de producción. Se debe construir de acuerdo a las características del proyecto o en su defecto al plano alternativo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p><b>NRF-009-PEMEX-2012</b> Identificación de instalaciones fijas.</p> <p><b>Aqua congénita:</b> Agua asociada al hidrocarburo en el yacimiento y que surge durante la extracción del mismo. Contiene sales y puede tener metales. Se considera un subproducto no aprovechable.</p> <p><b>Color de acabado:</b> Es el color de la superficie expuesta a la vista humana.</p>	



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p><b>Generador:</b> Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.</p> <p><b>Proceso productivo:</b> Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios.</p> <p><b>Remediación:</b> Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.</p> <p><b>Sitio Contaminado:</b> Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas;</p> <p><b>Tratamiento:</b> Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;</p> <p><b>Artículo 31.-</b> Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de</p>		<p>caracterización de las indicaciones, evaluación de los resultados de la caracterización, clasificación por defecto y severidad y la determinación de la integridad del ducto mediante técnicas de análisis.</p> <p><b>Derecho de vía (franja de afectación):</b> Es la franja de terreno donde se alojan los ductos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos.</p> <p><b>Ducto de recolección:</b> Es el ducto que colecta aceite y/o gas y agua de los pozos productores para su envío a una batería o estación de separación.</p> <p><b>NOM-115-SEMARNAT-2003</b> Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y rurales, fuera de aéreas</p>	<p><b>Color de seguridad:</b> Color de uso especial y restringido, cuya finalidad es indicar la presencia de peligro, proporcionar información, o bien prohibir o indicar una acción a seguir.</p> <p><b>Color contrastante:</b> Aquel que se utiliza para resaltar el color de seguridad.</p> <p><b>Línea de conducción (Ducto):</b> Tubería por medio de la cual se transportan fluidos y sustancias entre centros de trabajo.</p> <p><b>Rack de tuberías:</b> Conjunto de marcos equidistantes y conectados con puentes o traves de ligas, para apoyar por arriba del nivel de piso las tuberías, sistema de tuberías, charolas de cableado eléctrico y de control, plataformas, escaleras o en algunos casos equipos, entre otros bienes o muebles, los que pueden tener uno o más niveles.</p> <p><b>RAL (Código de color RAL):</b> Sistema de medición del color organizado sistemáticamente en tono, luminosidad y cromaticidad o saturación, define un color mediante un código numérico, el primero de los cuales define el rango de color.</p> <p><b>8.2 Identificación y color de acabado</b></p> <p><b>8.2.8. Equipo neumático.</b></p> <p><b>8.2.9. Equipo hidráulico.</b></p> <p><b>8.2.11 Color e identificación de tuberías y líneas de conducción.</b></p> <p><b>8.2.12. Árbol de válvulas de pozos petroleros (Árbol de navidad).</b></p>	



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;</p> <p>La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.</p> <p><b>Artículo 68.-</b> Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.</p> <p><b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</b></p> <p><b>ARTÍCULO 15.-</b> Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:</p> <p><b>ARTÍCULO 134.-</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de</p>		<p>naturales protegidas o terrenos forestales.</p> <p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Los árboles de válvulas deben tener color de acabado conforme a lo establecido en la Tabla 6 y las Figuras 27 a la 32.</p> <p><b>NRF-030-PEMEX-2009</b> Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos Terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos</p> <p><b>Cruces:</b> Obra especial en el ducto que atraviesa en su ruta con una serie de obstáculos artificiales y naturales como son: ríos, lagos, pantanos, montañas, poblados, carreteras, vías férreas, tuberías, canales, entre otros.</p> <p><b>Daño mecánico:</b> Es aquel producido por un agente externo, ya sea por impacto, rayadura o presión y puede estar dentro o fuera de norma.</p> <p><b>Derecho de vía:</b> Es la franja de terreno donde se alojan los ductos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos.</p> <p><b>Ducto:</b> Sistema de tubería con diferentes componentes tales como: válvulas, bridás, accesorios, espárragos, dispositivos de seguridad o alivio, entre otros, por medio del cual se transportan los hidrocarburos (Líquidos o Gases).</p> <p><b>Ducto enterrado:</b> Es aquel ducto terrestre que está alojado bajo la superficie del suelo.</p> <p><b>Ducto de recolección:</b> Es el ducto que colecta aceite y/o gas y agua de los pozos productores para su envío a una batería o estación de separación. <b>Ducto de</b></p>	



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p> <p><b>ARTÍCULO 152 BIS.-</b> Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.</p> <p><b>LEY DE HIDROCARBUROS</b>, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.</p> <p><b>Artículo 2.-</b> Esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I. El Reconocimiento y Exploración Superficial, y la Exploración y Extracción de Hidrocarburos;</li><li>II. El Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, Transporte y Almacenamiento del Petróleo;</li><li>III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Gas Natural;</li><li>IV. El Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Petrolíferos, y</li><li>V. El Transporte por ducto y el Almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de Petroquímicos.</li></ul>			<p><b>transporte:</b> Es la tubería que conduce hidrocarburos en una fase o multifases, entre estaciones y/o plantas para su proceso, traslado en el que no se presenta ningún proceso físico o químico de los fluidos. Se consideran ductos de transporte los que se encuentran dentro de estaciones de: bombeo, compresión y almacenamiento.</p> <p><b>Mantenimiento correctivo:</b> Acción u operación que consiste en reparar los daños o fallas en los ductos para evitar riesgos en su integridad o para restablecer la operación del mismo.</p> <p><b>Mantenimiento preventivo:</b> Actividades llevadas a cabo a intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios prescritos o como una recomendación emanada del resultado de una actividad predictiva, para reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento por debajo de los límites aceptables de operación, seguridad y diseño de un ducto, componente o accesorio.</p> <p><b>8.3 Inspección:</b> La inspección de un ducto y su respectivo derecho de vía se deben realizar de acuerdo a lo establecido en la Tabla 12, donde se indican: Localización, equipo, personal y frecuencia de inspección para cada nivel de inspección.</p> <p><b>8.3.1 Inspección Nivel 1</b></p> <p><b>8.3.2 Inspección Nivel 2</b></p> <p><b>8.3.3 Inspección Nivel 3</b></p> <p><b>8.3.4 Inspección Nivel 4</b></p>	



INTRODUCCIÓN

12

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p><b>Artículo 4.-</b> Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:</p> <p><b>III. Área Contractual:</b> La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción;</p> <p><b>IV. Área de Asignación:</b> La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de una Asignación;</p> <p><b>LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS</b> publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014</p> <p><b>Artículo 1o.-</b> ...</p> <p>La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;</li><li>II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y</li><li>III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.</li></ol>				



INTRODUCCIÓN

13

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p><b>Artículo 3o.</b>- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá ...</p> <p><b>VII. Instalación:</b> El conjunto de estructuras, plantas industriales, equipos, circuitos de tuberías de proceso y servicios auxiliares, así como sistemas instrumentados, dispuestos para un proceso productivo o comercial específicos, incluyendo, entre otros, pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos, plataformas, plantas de almacenamiento, refinación y procesamiento de hidrocarburos en tierra y en mar, plantas de compresión y descompresión de hidrocarburos, sistemas de transporte y distribución en cualquier modalidad, así como estaciones de expendio al público; ...</p> <p><b>Artículo 6o.</b>- La regulación que emita la Agencia será publicada en el Diario Oficial de la Federación y deberá comprender, entre otros aspectos, los siguientes:</p> <p>I. En materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) La adopción y observancia obligatoria de estándares técnicos nacionales e internacionales;</li><li>b) La prevención y contención de derrames y fugas de hidrocarburos en las instalaciones y actividades del Sector, así como los procesos de remediación de las afectaciones que en su caso resulten, en coordinación con las unidades administrativas de la Secretaría;</li></ul> <p>II. En materia de protección al medio ambiente:</p>				



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>a) Las condiciones de protección ambiental de los suelos, flora y fauna silvestres a que se sujetarán las actividades de exploración, extracción, transporte, almacenamiento y distribución de hidrocarburos para evitar o minimizar las alteraciones ambientales que generen esas actividades;</p> <p>b) La caracterización y clasificación de los residuos generados en las actividades del Sector y los criterios generales para la elaboración de los planes de manejo correspondientes, en los que se definan sus etapas, estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida de las partes involucradas;</p> <p><b>Artículo 7o.</b>- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:</p> <p>IV. Autorización de las propuestas de remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación correspondiente, en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de su Reglamento;</p> <p><b>Artículo 13.</b>- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente:</p> <p>III. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios</p>				



INTRODUCCIÓN

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones;</p> <p><b>Artículo 22.-</b> Cuando alguna obra o instalación represente un Riesgo Crítico en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa o de protección al medio ambiente, la Agencia podrá ordenar cualquiera de las siguientes medidas de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I. Suspender trabajos relacionados con la construcción de obras e instalaciones;</li><li>II. Clausurar temporal, total o parcialmente las obras, instalaciones o sistemas;</li><li>III. Ordenar la suspensión temporal del suministro o del servicio;</li><li>IV. Asegurar substancias, materiales, equipos, accesorios, ductos, instalaciones, sistemas o vehículos de cualquier especie, y</li><li>V. Inutilizar sustancias, materiales, equipos o accesorios.</li></ul> <p>Al ejercer cualquiera de las medidas de seguridad previstas en el presente artículo, la Agencia deberá, de inmediato, dar aviso a la autoridad que hubiera emitido los permisos o autorizaciones respectivas, para los efectos conducentes.</p>				



### 3.3 Antecedentes

El presente Estudio de Línea Base Ambiental LBA que se realizó para el Área Contractual Barcodón, el cual se encuentra regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental “S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08” del 28 de Agosto de 2008, del “Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020”, en él se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia, sin embargo es conveniente mencionar que el desarrollo del campo inició a partir del año 1959 y continuo la perforación de pozos hasta el año 1969, por ende a la época de desarrollo no existían los instrumentos Jurídicos que se apegaran a las exigencias actuales.

Con base en la información presentada en la resolución antes citada y a la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, se procedió a ubicar el Área Contractual Barcodón, teniendo como marco de referencia la poligonal general del “Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020” y la cadena de valor del conjunto de obras como se muestra en la Figura 3-1.



**Figura 3-1.-** Cadena de valor del sector hidrocarburos.

El seguimiento de la cadena de valor del sector hidrocarburos es determinante para poder observar el cumplimiento de términos y condicionantes, es a través de los Programas de monitoreo y vigilancia ambiental donde se registran cada una de las actividades requeridas por las obras tipo, donde se destaca la selección del sitio para su ubicación, aplicación de programas de rescate de flora y fauna, sensibilidad ambiental, manejo de residuos sólidos y líquidos, restauración de suelos contaminados con hidrocarburos. Todos ellos verificados por la autoridad competente.

#### 3.3.1 Ubicación del Proyecto Regegional Tempoal 2007-2020

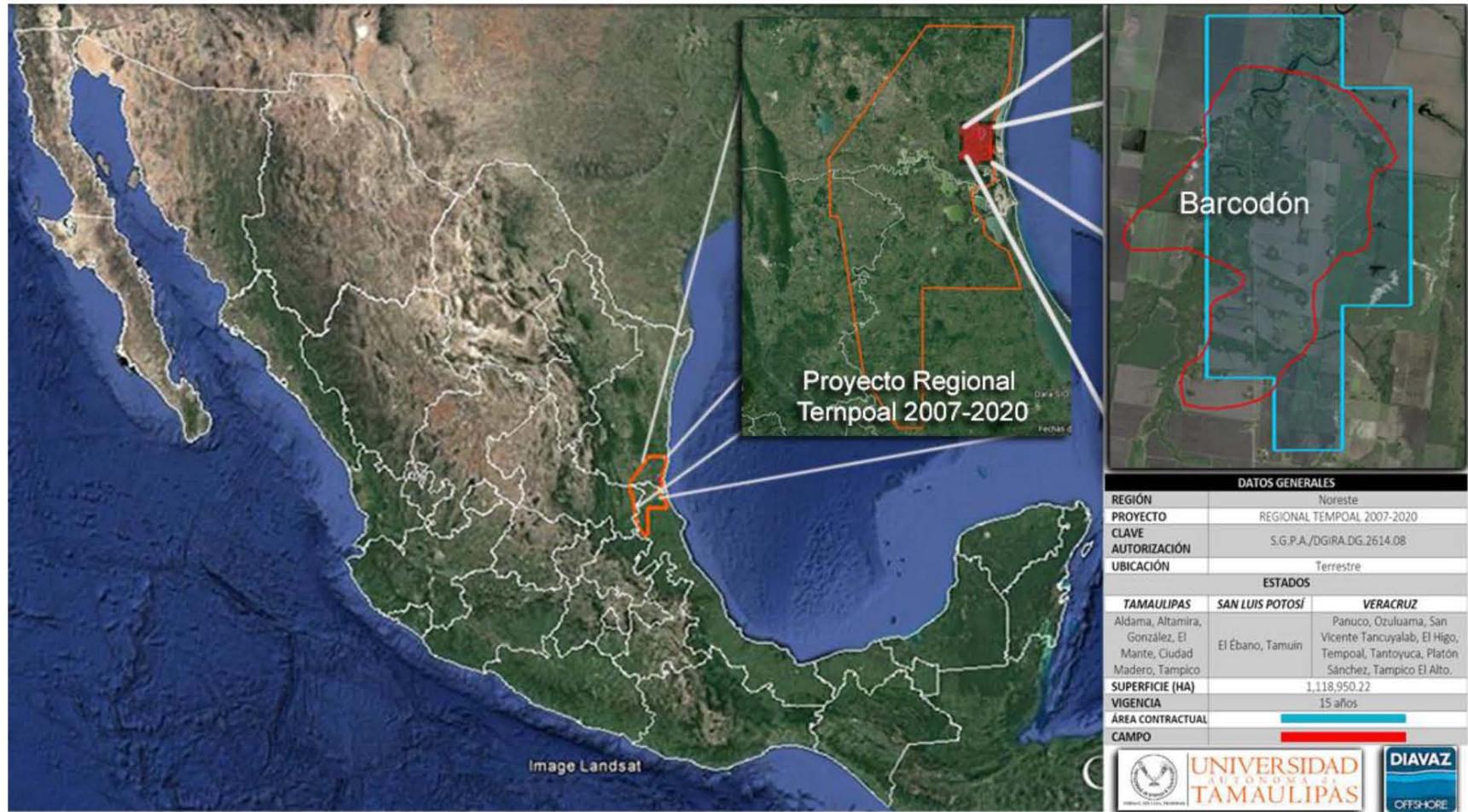
El proyecto regional Tempoal 2007 -2020, Figura I-1, se encuentra en la zona Noreste del país, tiene como objetivo de explorar y explotar los yacimientos de hidrocarburos que pudieran encontrarse dentro de la zona de estudio, la cual comprende un área de 1,118,950.22 ha, que corresponden al área económica-petrolera activa y proyectada, abarca los Municipios de El Ébano y Tamuín en el estado de San Luis Potosí; Aldama, Altamira,



González, El Mante, ciudad Madero y Tampico en el estado de Tamaulipas; Panuco, Ozulama, San vicente Tancuyalab, el Higo, Tempoal, Tantoyuca, Platón Sánchez y Tampico El Alto, en el estado de Veracruz, el polígono de acuerdo con la información adicional, esta delimitado por los vértices y las siguientes coordenadas WGS84 mostrados en la Tabla 3-2 y Figura 3-2.

**Tabla 3-2.-** Coordenadas del límite del proyecto Regional Tempoal 2007-2020.

Punto	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Punto	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)
1	621905.166	2550657.686	14	609326.303	2446490.203
2	620076.425	2522962.407	15	616587.686	2441007.029
3	613023.143	2505193.565	16	620732.074	2438824.091
4	611088.182	2488572.339	17	624947.695	2427785.896
5	614280.656	2474203.038	18	627075.274	2420053.103
6	610185.678	2470852.077	19	578515.344	2419738.803
7	608133.676	2469730.553	20	578855.343	2350005.789
8	604013.986	2469702.411	21	566404.079	2349950.652
9	601968.686	2467474.708	22	549728.422	2374241.512
10	604095.362	2457525.186	23	536076.58	2455006.059
11	606164.339	2456432.048	24	531953.512	2454997.086
12	608248.941	2453125.135	25	530865.492	2483774.815
13	608418.929	2450912.172	26	578877.512	2550369.385



**Figura 3-2.-** Localización del Proyecto Regional Temporal 2007 - 2020 y el Área Contractual Barcodón.

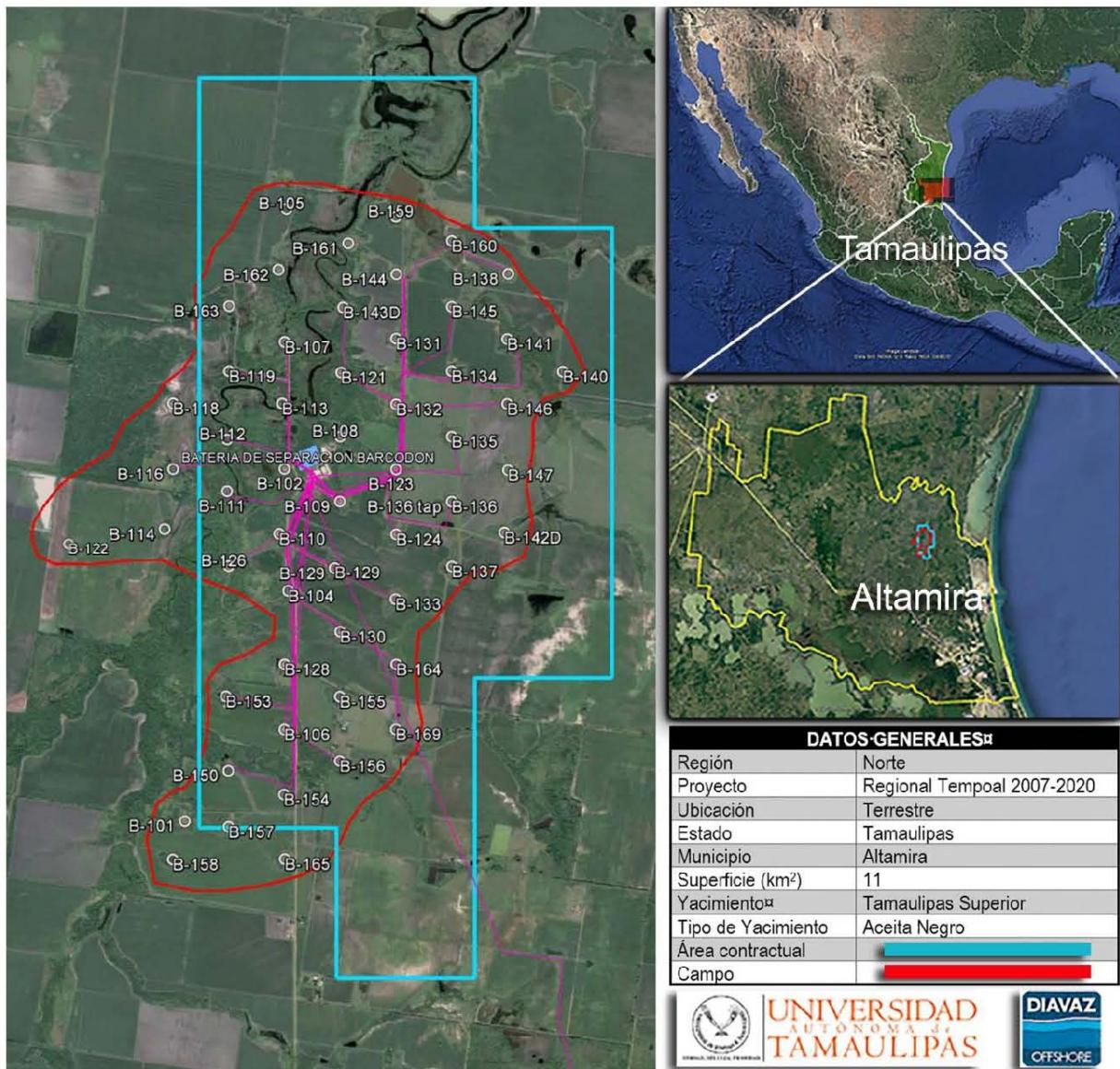


### 3.3.2 Ubicación del Área Contractual Barcodón

El Área Contractual Barcodón (Figura 3-2), se localiza en la región noreste del país, dentro del Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020, comprende una superficie aproximada de 11 Km<sup>2</sup>, es perteneciente a las actividades petroleras de tipo terrestres, en una zona completamente rural ubicada al norte del municipio de Altamira, Tamaulipas; recalando su colindancia con los campos de extracción petrolífera más cercanos (Figura 3-3): Tamaulipas Constitución, Altamira, Tres Hermanos, Ébano, Pánuco, Cacalilao. La delimitación geográfica del área, obedece a una distribución administrativa, no de tipo geológico ni de ingeniería de yacimientos, campos cercanos y la actividad industrial mantienen cierta actividad petrolera que a su vez pudiera efectuar una influencia ambiental indirecta en las actividades desarrolladas en el Área contractual Barcodón (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2015).

**Tabla 3-3.-** Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Barcodón.

Vértice	Geográficas		UTM-WGS84	
	Latitud N	Longitud W	X	Y
1	22°32'59.9999"N	97°57'60.0000"W	606249.45	2494073.75
2	22°33'30.0002"N	97°57'59.9999"W	606243.07	2494996.31
3	22°33'30.0000"N	97°58'30.0001"W	605386.20	2494990.40
4	22°36'0.0000"N	97°58'30.0002"W	605354.51	2499603.17
5	22°35'59.9999"N	97°57'30.0000"W	607067.73	2499615.04
6	22°35'30.0002"N	97°57'30.0001"W	607074.17	2498692.49
7	22°35'29.9999"N	97°56'59.9998"W	607930.84	2498698.49
8	22°34'0.0001"N	97°57'0.0001"W	607950.31	2495930.82
9	22°33'59.9999"N	97°57'29.9999"W	607093.50	2495924.81
10	22°32'59.9999"N	97°57'29.9999"W	607106.37	2494079.70



**Figura 3-3.-** Imagen que muestra el Área Contractual Barcodón y sus instalaciones petroleras.



#### 4. ALCANCE

Elaboración de un Estudio de Línea Base Ambiental (ELBA) en las instalaciones del Área Contractual Barcodón que operará la empresa DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V. localizado en el Estado de Tamaulipas, con los objetivos específicos establecidos anteriormente, es con la finalidad de ser aprobado favorablemente por la ASE.

#### 5. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la Línea de Base Ambiental (LBA) en el Área Contractual Barcodón, que operará la empresa DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V.

##### 5.1 Objetivos Específicos

- Conocer las condiciones ambientales de las instalaciones e infraestructura (Pozos, Líneas de Descarga, Estaciones de Recolección, Gasoductos y otras instalaciones atribuibles al sector) que comprende el Área Contractual Barcodón.
- Identificar y evaluar los daños ambientales dentro del Área Contractual Barcodón.
- Identificar y evaluar los daños preexistentes dentro del Área Contractual Barcodón.



## 6. PERSONAL Y EQUIPO

ÁREA	NOMBRE DE PERSONAL	PUESTO	MATERIALES Y EQUIPO DE CAMPO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EQUIPO VEHICULAR
GABINETE			<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo de cómputo</li><li>• Equipo celular</li><li>• Impresora</li><li>• Plotter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uniforme correspondiente</li><li>• Zapato de seguridad</li></ul>	N/A
CAMPO (SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES)			<ul style="list-style-type: none"><li>• Libreta de Campo</li><li>• Formatos Check list</li><li>• Teléfono Celular</li><li>• GPS</li><li>• Explosímetro</li><li>• Cámara</li><li>• Equipo Lap Top</li><li>• Botiquín</li><li>• Extintor</li></ul>	Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes nafuda, Protección Auditiva, Overol retardante de flama	
CAMPO (CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL)			<ul style="list-style-type: none"><li>• Libreta de Campo</li><li>• GPS</li><li>• Teléfono Celular</li><li>• Equipo Lap Top</li><li>• Cámara</li><li>• Trampas para fauna</li><li>• cebo para la trampas</li><li>• Lámparas</li><li>• Redes ornitológicas</li><li>• Tubos de acero</li><li>• Guías</li><li>• Equipo de muestreo de suelo</li><li>• Pala y Pico</li><li>• Bolsas negras</li><li>• Botiquín</li><li>• Extintor</li></ul>	Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes de carnaza, Protección Auditiva	



ÁREA	NOMBRE DE PERSONAL	PUESTO	MATERIALES Y EQUIPO DE CAMPO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EQUIPO VEHICULAR
CIDIPORT (ÁREA CONTRACTUAL BARCODÓN)					
CAMPO (CARACTERIZACIÓN DE SUELOS)			<p>Cámara Fotográfica, Botiquín, Extintor, GPS manual, PetroFLAG.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• SYSCAL PRO Switch 24, resistímetro.</li><li>• Equipo CMD (Medidor de conductividad electromagnético) con frecuencia de 9.8 KHz, con computadora Paltop marca Archer2. EM31-MK2.</li></ul> <p>Georadar Quantum Imager Frecuenc Stepped Pulse System Radar Inc.</p> <p>Antenas GPS South Topográficas, Rover y colectora Unistrong Mobile GISer.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• MiniRAE 3000 (lector de COV's)</li><li>• Pocera motoconformadora MPK550</li><li>• Hand Augher (Muestreador manual)</li><li>• Pocera Herramienta Manual.</li><li>• Machete.</li><li>• Perforadora Power Probe 9780D montada en camión FORD-550</li></ul>	Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes de caraza, Guantes de Neopreno, Protección Auditiva, Overol retardante de llama.	



## **7 METODOLOGÍAS**

A continuación se listan las metodologías aplicadas al estudio de línea base ambiental Área Contractual Barcodón, cabe señalar que solo será de manera enunciativa y en cada apartado se describirá a detalles, con la finalidad de no repetir la información, ver Anexo A.

### **7.1 Lista de verificación**

A continuación se presenta una serie de puntos que se consideraron en el desarrollo de la línea base ambiental.

- 1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.
- 2.- Listado de obras que comprenden las instalaciones del área contractual.
- 3.- Diagrama de flujo de proceso de las instalaciones del área contractual.
- 4.- La consideración de la nomenclatura de pozos si es que existen elementos para su aplicación.
- 5.- Agrupar los pozos perforados en periodos de 10 años.
- 6.- Agrupar los pozos perforados por año en cada periodo de 10 años.
- 7.- Clasificar y agrupar los pozos en función de su estado actual.
- 8.- Cotejar el listado de pozos publicados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos con respecto de las instalaciones que se supervisarán en campo.
- 9.- Realizar un análisis progresivo y acumulado de perforación de pozos por año (impactos acumulados).
- 10.- Agrupar las estaciones de recolección e infraestructura adyacente, conforme a su uso y estado actual.
- 11.- Agrupar las líneas de conducción en función el transporte de gas, condensado y agua, así como su estado actual. (Líneas de descarga, gasoductos, oleoductos, acueductos, etc.).
- 12.- Identificar las actividades principales de las obras tipo en función de sus fases de desarrollo, tomando especial atención en la construcción, operación, mantenimiento y abandono.
- 13.- Plan de atención a fugas y derrames en las instalaciones.
- 14.- Identificar otras actividades del sector primario e industrial dentro del área contractual (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras. La información al respecto se obtendrá de las



estadísticas de actividades primarias del Municipio Altamira, Estado de Tamaulipas, que presenta INEGI 2015.

## 7.2 Inspección de Instalaciones

La inspección de las instalaciones se realizó en los cuadros de maniobras de pozos (peras y macroperas), líneas de descarga, estaciones de recolección o baterías de separación, infraestructura de producción diversa y líneas de conducción. Estas serán revisadas dentro y fuera en una periferia de 50 metros para cada una de las instalaciones que comprende el Área Contractual Barcodón, como se muestra el **ejemplo** de la Figura 7-1.

Es importante señalar que la inspección dentro y fuera de las instalaciones, son determinantes en la identificación probable de daños preexistentes, es decir que aunado a esta actividad; también se cruzará información cartográfica de cada tema y corroborada en campo, como es la topografía, la cercanía con cuerpos de agua, cobertura vegetal, vida silvestre, asentamientos humanos u otras actividades de carácter antrópico. Siguiendo el orden de ideas señaladas, la inspección en el la periferia de 50 metros si se llegase a identificar escorrentías, cárcavas, suelo erosionado, ausencia de vegetación, cuerpos de agua que pudieran indicar probables daños ambientales y preexistentes fuera de ese radio. Se hará una inspección más allá siempre que se justifique técnicamente a juicio de experto en cada uno de los factores ambientales.

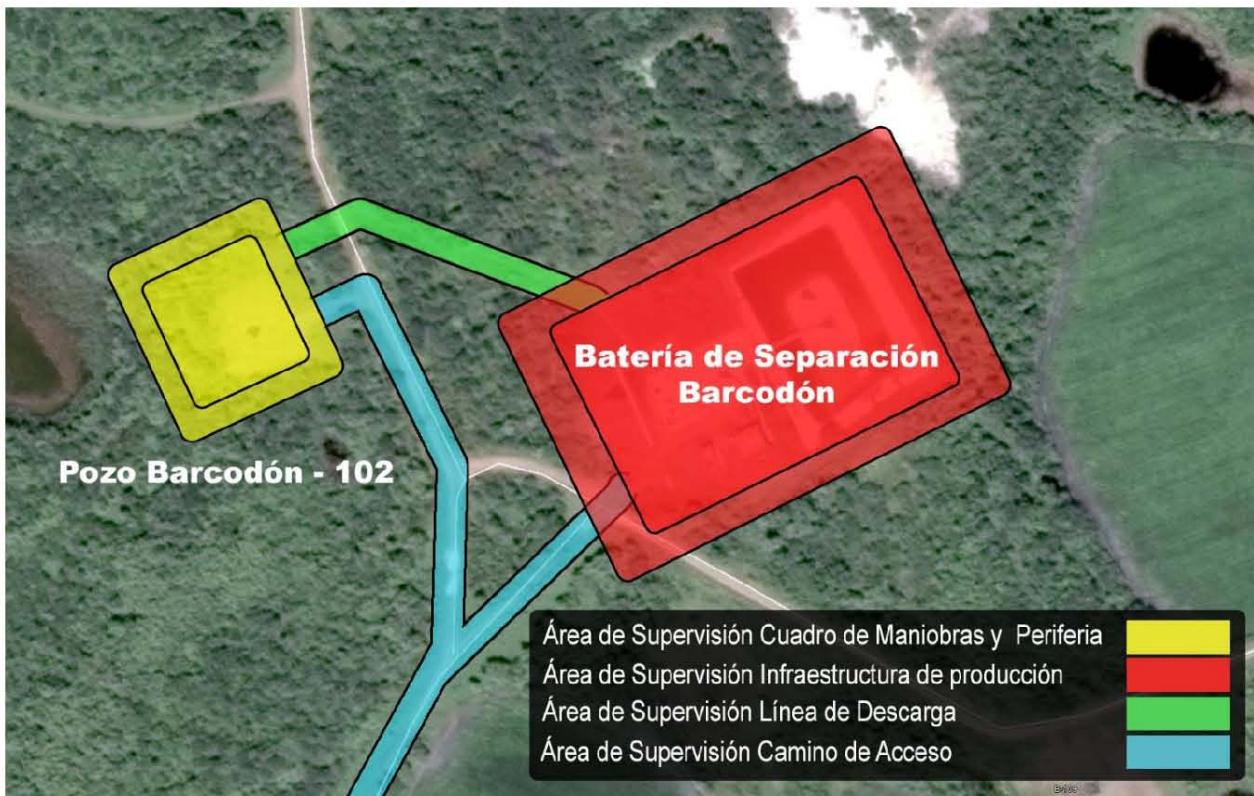


Figura 7-1.- Inspección de instalaciones dentro y de 50 metros en la periferia de la instalación.

### 7.3 Delimitación del área de estudio o sistema ambiental regional

La delimitación del sistema ambiental regional se basó en el criterio de manejo integral de cuenca, del Proyecto Regional Temporal 2007 -2020, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

#### 7.3.1 Cuenca hidrológica

Que los criterios antes señalados están basados en el Criterio de Cuenca Hidrológica establecido en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3º fracción XVI la cual define a "Cuenca Hidrológica": *Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el*



agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desembocuen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuenca y estas últimas están integradas por microcuenca. En el inciso a) se describe el concepto de Región hidrológica como: "Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por Estados, Distrito Federal y Municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa..."

### 7.3.2 ÁREA CONTRACTUAL

La definición de área contractual está señalada en el artículo 4, fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que "... Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ... ",

### 7.4 Metodología de sobre-posición de planos

Se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) ArcInfo versión 10.4, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales espacialmente referidos y obtener resultados confiables para



la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible.

#### **7.4.1 Adquisición de datos espaciales gráficos**

#### **7.5 Contexto regional**

En este apartado se hizo una reseña bibliográfica exhaustiva de las características bióticas y abióticas de la subcuenca hidrológica y de existir la microcuenca se acotará a esta. La descripción del sistema ambiental regional será tomada de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, donde se ubica el área contractual.

#### **7.5.1 Proyecto Regional Temporal 2007 -2020, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**

Se tomó como primer antecedente para el análisis regional la información del **Proyecto Regional Temporal 2007 -2020, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**, en dicho programa, se describe el modelo de ordenamiento ecológico, que toma en cuenta la regionalización hidrológica, los límites geopolíticos y sociales. Los resultados de la interacción de dichos factores, permitirán identificar de la problemática ambiental en la región, los cuales serán regulados a través de las unidades de gestión ambiental (UGA).

La delimitación geográfica de las UGA's se realizó con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que cabe señalar que en el caso de los límites geoestadísticos, éstos no sustituyen ni demeritan los límites "políticos-administrativos" actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística.



El límite geoestadístico es la "línea divisoria convencional exclusiva del Marco Geoestadístico Nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, las cuales se apegan en la medida de lo posible a los límites político-administrativos. Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre, líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos)". Conforme al criterio antes señalado se identificó que el Área Contractual Barcodón, se encuentra dentro del la UGA 6 de dicho ordenamiento ecológico del territorio.

### **7.5.2 Contexto local (área contractual)**

La información bibliográfica generada para el contexto regional, se considerará como el antecedente teórico para desarrollar los trabajos de campo en los temas que se desarrollarán más adelante. Esto significa la comprobación del estado actual del sistema ambiental local que comprende el área contractual a trabajar.

## **7.6 Aspectos abióticos**

### **7.6.1 Geología y geomorfología**

En este apartado se consideraron las cartas geológicas de INEGI de la zona, en escala 1:250 000. En particular se desarrollará, la geología estructural, geología del subsuelo, geología del área contractual, sismicidad, deslizamientos, derrumbes y actividad volcánica. La información que se genere en este apartado, será totalmente bibliográfica y de información estadística que proporcionen los diferentes centros gubernamentales especializados en el tema.

### **7.6.2 Clima y meteorología**

Se utilizaron como principales fuentes de información para la caracterización climática del área contractual considerando las Estaciones Climatológicas más cercanas a la zona del proyecto la base de datos Extractor Rápido de Información Climática (ERIC), de las cuales se obtendrán las variables diarias de temperatura máxima y mínima, precipitación, evaporación, tormentas eléctricas, granizo, niebla, complementado con



información de la Base de datos CONAGUA; para determinar el tipo de clima dentro del área contractual se utilizó las cartas de climas escala 1: 1,000 000, de acuerdo con Köppen modificado por E. García (1983).

### 7.6.3 Hidrología superficial y subterránea

Para la caracterización hidrológica del área contractual, se consideraron los factores biofísicos: topografía, precipitación pluvial, suelos y vegetación; información de hidrología superficial y subterránea reportada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), así como recorridos de campo para la verificación de la hidrología y muestreos realizados en el área de estudio para analizar diversos parámetros.

### 7.6.4 Calidad del aire

La metodología consistió en la instalación de una estación de monitoreo o caseta que contiene diversos equipos como: analizadores automáticos, monitores, sensores meteorológicos, entre otros, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos; con la finalidad de evaluar la calidad del aire en un área determinada. El objetivo del monitoreo es determinar, de fondo, la calidad del aire en el Área Contractual Barcodón y su zona de influencia; durante un período de 24 horas continuas. En el monitoreo de la calidad del aire se emplean dos tipos de normas: las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de salud ambiental que establecen los límites permisibles de los contaminantes, y las técnicas que definen los métodos de medición de las sustancias normadas.

### 7.6.5 Erosión

La metodología aplicada para el cálculo del potencial de erosión, se realizó con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), de Wischmeier modificada por FAO en 1980.

Descripción de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

La ecuación básica es:  $A = RKLSCP$



Dónde:

- A es el promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha)
- R es el factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr)
- K es el factor de erosionabilidad del suelo (ton ha hr/ MJ mm ha)
- L es el factor de longitud de la pendiente (Adimensional)
- S es el factor de grado de pendiente (Adimensional)
- C es el factor de manejo de cultivos (Adimensional)
- P es el factor de prácticas mecánicas de control de erosión (Adimensional)

La EUPS se desarrolló como un método para predecir la pérdida anual promedio de suelo, para erosión entre canalillos y en canalillos. Con los parámetros disponibles, se pueden diseñar alternativas de manejo y de cultivos para una región dada, y puede servir como un indicador para evaluar las acciones en un predio o en una zona determinada.

#### 7.6.6 Infiltración

Para el caso de la infiltración de agua a acuíferos, se tomó en cuenta la información generada en el apartado de hidrología subterránea, además se consideró el ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican en el Diario Oficial de la Federación DOF el 20 de abril de 2015.

#### 7.7 Biota terrestre y acuática/ medio biótico

##### 7.7.1 Vegetación

Con el propósito de obtener resultados satisfactorios en cuanto a la descripción de la vegetación en el área contractual, las actividades se realizaron de la siguiente manera: A) fase de gabinete: consulta y recopilación bibliográfica, que constó principalmente de estudios como los de Shreve y Wiggins (1964), Felger (2000),



guías de identificación botánica, consulta de cartografía oficial, entre otros; B) Fase de Campo: donde se realizarán recorridos en los diferentes tipos de vegetación en el área contractual y proponer muestreos representativos (subjetivos o selectivos) de la vegetación primaria, o ecosistemas frágiles, colecta de material botánico no identificado *in situ*, y posteriormente se identificaron con el empleo de claves especializadas, referencia de áreas con presencia de disturbios (agrícolas, pecuarias, sin vegetación aparente) e identificación de los agentes causantes, así como registro fotográfico.

Los criterios para determinar el número y la ubicación probable de los sitios de muestreo se basaron principalmente en la cartografía oficial de INEGI serie V (2015) de acuerdo a los tipos de vegetación principales, a la revisión de imágenes de satélite (Google, 2016) y rectificación en campo, verificando la cobertura vegetal. Con base a lo anterior, se definieron los puntos de muestreo tentativos en las comunidades vegetales con estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

#### 7.7.2 Descripción de los muestreos

Se aplicó el método de muestreo de cuadrante para la vegetación de las comunidades arbustivas de en una superficie de 10 m x 10 m, dando un área total de 100 m<sup>2</sup> por cuadrante. Se subdivide en cuadrantes de 5 m x 5 m. Se evaluará el número de individuos presentes por especie, considerando la altura y diámetro de cada planta (Brower, et al., 1998), cobertura, calculando la abundancia numérica y la frecuencia de las especies en el área contractual. Asimismo, para la vegetación de pastizales se aplicó Transecto en línea (Brower, et al., 1998) de 50 m de longitud, el cual se dividió cada 10 m y se obtuvieron datos de especies, número de individuos, altura total y cobertura interceptada.

#### 7.7.3 Fauna

La metodología que utilizada para el muestreo de fauna en el área estudio, estuvo en función de las necesidades y requerimientos, que ha sido establecida de acuerdo a un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo que permite integrar al ambiente un proyecto, una de las características más visibles es la necesidad de obtener información confiable, con validez científica, aplicada por personal



capacitado en el ramo y en un período de tiempo determinado en el cual muchas de las veces no es viable un estudio con perfil de investigación y que arroje datos nuevos sobre la biología de los organismos o sobre la ecología de algún lugar en específico. En ese sentido, se aplicaron las metodologías denominadas “Evaluaciones Ecológicas Rápidas” publicado por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992) y retomado en el trabajo “Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas” (Sayre 2000) en los que explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características compatibles a las requeridas en el presente estudio de impacto ambiental.

**7.7.4 Áreas sensibles (áreas donde puedan generarse contingencias, sobre la población y sus bienes y/o el ambiente incluye regiones prioritarias para la conservación y sitios ambientales sensibles)**

En este apartado se tomó en cuenta la información disponible a nivel estatal y municipal, en referencia a los atlas de riesgo locales que tengan que ver con fenómenos naturales, vías de comunicación, centros industriales, y toda aquella infraestructura que pueda conllevar a eventos no deseados.

Por otro lado, en el aspecto de sensibilidad ambiental de los ecosistemas terrestres, se desarrollarán en el apartado de biota terrestre (flora y fauna), donde se consideran las áreas naturales protegidas de carácter estatal y federal, así como las diversas regiones terrestres prioritarias promovidas por la CONABIO y toda la información que arroje la caracterización del sistema ambiental donde se encuentra inmerso el área contractual.

Es importante señalar que esta información quedó inmersa en el apartado de Fauna, ya que es un aspecto relevante en la distribución y abundancia de la fauna silvestre desde el punto de vista de la conservación.

**7.7.5 Paisaje**

Se analizó el paisaje como una característica, que resume los atributos del medio y su estatus actual incluyendo los efectos derivados de la actividad antropogénica. Considerando los criterios geoecológicos y de relieve, con el fin de definir la Calidad Visual Vulnerable, en el sistema como un indicador. Asimismo se



analizaron los resultados del estudio del medio abiótico y biótico. Para ello se dividió el área de estudio en unidades paisajísticas de acuerdo a un criterio fisiográfico, de cobertura vegetal y de uso de suelo.

El paisaje se analizó conforme a la cuenca visual, la cual se definió como la superficie visible desde un punto o conjunto de puntos. La percepción del paisaje es mayoritariamente visual, por eso para estudiar el impacto sobre una zona natural determinada, hay que definir:

- i. Calidad visual (CV)
- ii. Fragilidad visual (FV)
- iii. Visibilidad (V).

#### 7.7.6 Patrimonio Arqueológico

La identificación del patrimonio arqueológico, se encuentra vinculado con los aspectos sociales de las comunidades o poblaciones que cuentan con un antecedente histórico de su origen. En ese sentido, se tomará en cuenta la metodología propuesta por Vicente Conesa, este medio, constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, es susceptible de ser impactado, entre otras cosas, por actividades industriales generadoras de cambios en él. En este sentido, el mismo autor explica que el entorno de un proyecto puede definirse como la parte del sistema ambiental que interacciona con el proyecto en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio,...) y de salidas (productos, empleo, rentas, residuos,...) y por lo tanto en cuanto a proveedor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de efectos, razón por la cual al establecer un proyecto cercano a núcleos poblacionales se remarca la importancia de realizar un estudio de la situación presente del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población una vez realizado. Por este motivo, para el presente proyecto, resultó necesario conocer el medio socioeconómico que conforma el entorno del Área Contractual Barcodón.



## **7.8 Registro de daños preexistentes**

### **7.8.1 Investigación histórica**

En la etapa de investigación histórica, consistió en la revisión y análisis de los registros históricos entregados proporcionados por la empresa operadora, dichos documentos proporcionaron información de diferentes eventos suscitados en el área de estudio que pudiesen haber causado daños ambientales que condujeron a la contaminación del suelo, el subsuelo y/o los mantos acuíferos. El conocimiento de su historia permite resolver si es necesario continuar con las siguientes etapas de investigación que confirmen o descarten la contaminación en el suelo.

En dichos registros se identificó el origen del incidente que dio lugar al derrame del (los) contaminante(s) en el área, la estimación del volumen vertido en el medio, las medidas de atención realizadas para su contención o saneamiento para resarcir los daños efectuados al medio ambiente (en el caso de que hubieran dichos daños pre existentes).

Otro punto importante a considerar de estos registros es conocer si cada evento fue notificado a las autoridades ambientales correspondientes (PROFEPA, CONAGUA, ASEA, etc), identificando si se ha dado el seguimiento de los procedimientos y los resolutivos emitidos por estas instituciones. Identificando las afectaciones sociales y económicas que guarda el sitio.

Una vez que se tienen los registros, se recaudó la información documental del sitio cuando sucedió el evento, tomando en cuenta los aspectos meteorológicos, fisiográficos y rasgos antropogénicos de mayor relevancia, considerando los cuerpos de agua así como formaciones geológicas y medio ambiente aledañas al área de estudio.



### 7.8.2 Estudios en campo (Métodos indirectos)

Resultado de este reconocimiento nos permitirá definir en gran parte la metodología indirecta aplicable más idóneo en el sitio. En este reconocimiento se colectan datos superficiales, tales como cambios de vegetación, modificaciones edáficas, topografía, estructuras geológicas presentes, afloramiento de rocas.

La mayor parte de los estudios de caracterización de suelos contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo las herramientas ofrecidas por la geofísica. El uso de esta metodología consiste en identificar aquellos contrastes resitivos del subsuelo ocasionados por la presencia de hidrocarburos. Los aportes ofrecidos permiten tener un panorama preliminar de las condiciones del subsuelo. Las propiedades de cada método y las condiciones del terreno determinan la utilidad de las diferentes metodologías. En zonas contaminadas los valores de resistividad presentan alteraciones en comparación con las zonas limpias.

Esta actividad permite reconstruir detalladamente el pasado del sitio para:

- Confirmar los indicios que clasifican al sitio como potencialmente contaminado (denuncias, uso de suelo industrial o disposición de residuos, etc.).
- Conocer las operaciones desarrolladas (principales y secundarias o auxiliares) en el sitio para definir la naturaleza de la potencial contaminación, los contaminantes, las distintas rutas, vías de exposición y los efectos adversos observados en el ambiente o los efectos potenciales que pudieran presentarse.

### 7.8.3 Plan de muestreo

Para determinar el área aproximada de afectación por el derrame de contaminantes en suelo, fue necesario llevar a cabo previamente un estudio por métodos indirectos tal como las tomografías eléctricas, georadar, CMD, Gasometría y/o Petroflag.



ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



## 8 RESULTADOS

### 8.1 Descripción detallada por cada uno de los temas aplicables al Proyecto

#### Delimitación del Área de Estudio o Sistema Ambiental Regional

##### Cuenca Hidrológica

Existen diversos criterios para la delimitación del Sistema Ambiental SA, como área de interacción del Área Contractual Barcodón, y las actividades humanas existentes, así como las características generales de los componentes ambientales que ahí se desarrollan. Entre dichos juicios destaca, el Criterio de Cuenca y para definirlo se consideró la conceptualización establecida en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3º fracción XVI la cual define a "Cuenca Hidrológica" como: *Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.* En el inciso a) se describe el concepto de Región hidrológica como: "*Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por Estados, Distrito Federal y Municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa .."*



La selección del concepto de cuenca, ha sido hasta el día de hoy como uno de los mejores criterios para la planeación ambiental o bien el manejo integral de los recursos naturales, tratándose de cualquier actividad productiva pública o privada. De lo anterior se desprende que, el Manejo Integral de Cuencas es un mecanismo que permitirá ordenar y guiar los patrones de uso de suelo y uso de los recursos naturales de tal manera que la sociedad pueda satisfacer su demanda de recursos sin detrimento de la calidad ambiental, es decir; la interacción del proyecto y los diferentes componentes ambientales de que está conformada, tales como el suelo, la biodiversidad, la hidrología y los aspectos socioeconómicos en un gradiente entre las zonas altas y las zonas bajas considerando los efectos a distancia. (Cruz Bello, 2003).

La principal característica del Manejo Integral de Cuencas es que su proceso es integrativo, adaptativo y participativo, lo cual quiere decir:

- i) Es integrativo, ya que reconoce las interdependencias entre los diferentes elementos del ecosistema, es decir la hidrología, la biodiversidad, la población y las diferentes actividades que se realizan en la cuenca. Además incorpora conocimiento de diferentes disciplinas ya sean técnicas, como hidrológicas y ecológicas con los conocimientos de la sociedad y emplea diferentes modelos para proponer las técnicas de manejo.
- ii) Es adaptativo, ya que reconoce que la sociedad es dinámica y que los enfoques tanto de la sociedad como de las instancias gubernamentales (Estatual o Federal) están sujetas a modificarse. Por lo tanto, este modelo tiene que ir cambiando y adecuándose a esas condiciones. En otras palabras considera las características de la población actual y trata de ir manejándolas en el futuro.

Uno de los componentes principales dentro del enfoque adaptativo es el monitoreo, ya que continuamente se tiene que estar evaluando el éxito de las prácticas y medidas que se están proponiendo en el caso de una actividad productiva como lo es la explotación de los yacimientos de hidrocarburos con respecto del medio ambiente. De esta manera se puede ver qué tanto han impactado en el beneficio de la sociedad y qué tanto han detenido el deterioro de los sistemas ambientales, y obviamente todo el tiempo se está generando nueva información. Si dicha información es pertinente se deberá incorporar para mejorar los planes de manejo.



- iii) Por último, se dice que es participativo ya que propone nuevas formas de colaboración entre los diferentes sectores sociales, pues considera los diversos puntos de vista de los grupos de usuarios de los recursos naturales. Es importante considerarlos desde el momento de la planeación, en el momento de la instrumentación y también en la evaluación.

El manejo integral de cuencas es también un criterio muy utilizado en el ordenamiento ecológico del territorio, por lo cual será considerado como parte de la metodología de la caracterización biótica y abiótica regional donde se ubica el área contractual. En este caso, se considerará el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio POET del estado de Tabasco, solo como referencia ya que este ha quedado sin efecto para el sector hidrocarburos.

### Área contractual

Sumado al concepto de cuenca hidrológica, se describe la definición de área contractual señalada en el artículo 4 fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que “... *Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ...*” ,

Bajo estos criterios técnicos legales, se podrá realizar un diagnóstico ambiental de la cuenca hidrológica donde está insertada el área contractual, y de este modo observar las tendencias de cambio de la calidad ambiental actual la cual se considerará como *línea base* y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema de la cuenca. El diagnóstico ambiental consiste básicamente el estado actual de los componentes ambientales de la cuenca y posteriormente ajustarse a la metodología del manejo integral de cuencas, siempre teniendo como objetivo las actividades actuales y a futuro del área contractual, tal y como se muestra en la Figura 8.1-1.



**Figura 8.1-1.-** Fases de manejo integral de una cuenca tipo.

De acuerdo con la Figura 8.1-1 donde se marca el ciclo de manejo integral de una cuenca tipo consta de tres etapas, primero la fase de *caracterización*, esta consiste con el establecimiento de *metas y objetivos*, en este caso se trata de un proyecto que albergará una serie de empresas industriales en un periodo de tiempo mayor a cincuenta años dentro de un límite económico definido. Posteriormente se hará la *caracterización del sistema ambiental* de las cuencas donde se pretende llevar a cabo el proyecto, y los resultados de la caracterización llevan al siguiente paso que es la determinación de problemas y oportunidades, es decir; si existe la factibilidad de llevarse a cabo el proyecto. De este derivan las estrategias o alternativas de manejo de la cuenca, conforme a las actividades proyectadas.

La siguiente etapa es la fase de soluciones, esta se refiere a la selección de estrategias de atención que permitan hacer compatible las actividades proyectadas con respecto de los componentes ambientales caracterizados y donde se hayan identificados daños ambientales o preexistentes, a través de la propuesta y ejecución de las medidas de prevención y mitigación. La fase de resultados se avoca a la verificación de la aplicación correcta de las medidas propuestas o bien que estas no hayan sido las idóneas, valoradas a través

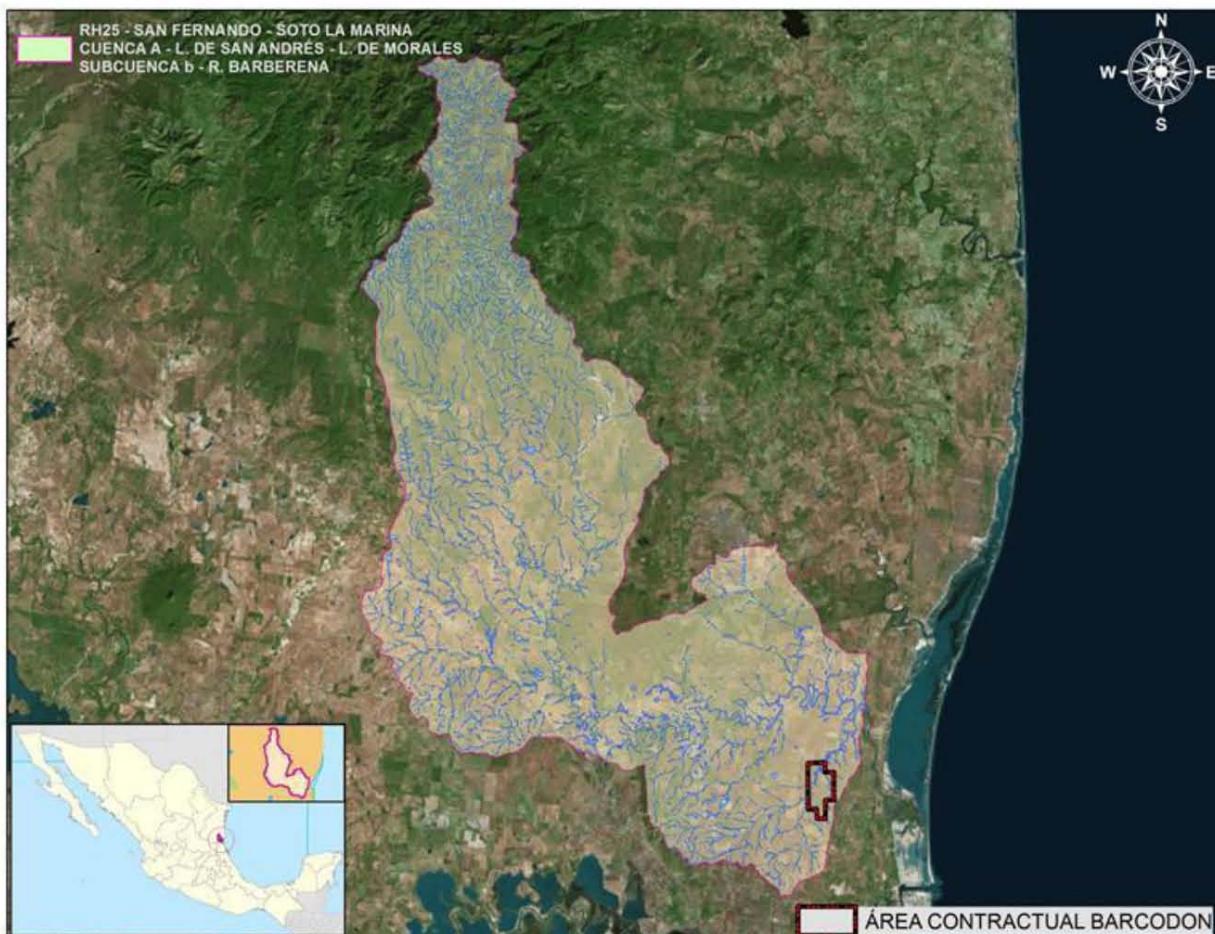


de un programa de monitoreo y evaluación del éxito de las medidas diseñadas, las cuales se verán reflejadas en las metas establecidas, es decir la calidad del estado actual del área contractual, (Tabla 8.1-1).

**Tabla 8.1-1.-** Ciclo del manejo integral de cuencas para el Área Contractual Barcodón.

ETAPAS DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS		
CUENCA / PROYECTO	ETAPAS	PASOS A SEGUIR
Región Hidrológica y proyecto	CARACTERIZACIÓN	METAS Y OBJETIVOS: Delimitación del límite económico del proyecto en la cuenca, antecedentes del proyecto.  CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL: Realización de trabajos de campo y gabinete de los componentes ambientales suelo, vegetación, clima, biodiversidad, hidrología, geología y socioeconómico. Identificación de impactos acumulados (pasivos ambientales).
	SOLUCIONES	FACTIBILIDAD: En función de los indicadores ambientales  ESTRATEGIAS Y ALTERNATIVAS: La sensibilidad ambiental en función de la actividad petrolera.
	RESULTADOS	PROPUESTAS DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN: Diseño de medidas por componente ambiental y etapa de desarrollo  APLICACIÓN DELAS MEDIDAS: Resultados de éxito  PROGRAMA DE MONITOREO: Seguimiento de cumplimiento de la aplicación de medidas.

Derivado de lo antes señalado, se llevó a cabo la Delimitación del Sistema Ambiental SA, con respecto de la regionalización hidrológica de México, a través de la técnica de sobre posición de planos, utilizando un sistema de información geográfica (SIG) ArcInfo versión 10.4, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales espacialmente referidos y obtener resultados confiables para la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible. De este análisis se obtuvo que la poligonal del Área Contractual Barcodón se ubica en la Región Hidrológica número 25 (RH25), San Fernando-Soto La Marina, en la cuenca Laguna de San Andrés-Morales (A), subcuenca Río Barberena (b). En la Tabla 8.1-2 se detallan las características de la Región Hidrológica (RH 25), como se muestra en la Figura 8.1-2, Figura 8.1-3 se presenta la poligonal del Proyecto Temporal y Tabla 8.1-2.



**Figura 8.1-2.-** Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.

**Tabla 8.1-2.-** Regionalización hidrológica conforme al proyecto Temporal y Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Altamira	Barcodón	Porcentaje %
			Superficie en km <sup>2</sup>		
RH-25 San Fernando – Soto la Marina	A L. DE SAN ANDR S - L. MORALES	a	259.70	---	15.64
		b R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		c	41.97	----	2.53
RH-26 Panuco	B R. Tamesí	a R. Tamesí	722.47	----	43.51
Total			1660.53	11.066	1000



Figura 8.1-3.- Imagen que muestra la poligonal del proyecto Temporal y Área Contractual Barcodón.

La acotación o delimitación de un área de contexto regional donde está insertada el Área Contractual Barcodón, a través de las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe; así como; de la caracterización del sistema ambiental descrita en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional Temporal 2007 - 2020, donde ambos están íntimamente ligados ya que comparten información general a nivel regional. En ese sentido, se partirá de este contexto regional, para la caracterización local o puntual del Área Contractual Barcodón.

#### Información General del Sistema Ambiental Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020, donde se ubica el Área Contractual Barcodón

En la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08” del 28 de Agosto de 2008 para el proyecto “Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020”, se describe de manera general los aspectos ambientales que comprenden la poligonal del proyecto regional, donde se encuentra inmerso el Área Contractual Barcodón. Al cual denominan **Caracterización Ambiental** de la citada



resolución y a continuación se presenta una tabla resumen de las características generales del proyecto Regional Temporal (Tabla 8.1-3).

**Tabla 8.1-3.-** Tabla resumen de caracterización general del sistema ambiental.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Temporal					
Región Hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Altamira	Barcodón	Porcentaje %
			Sup KM <sup>2</sup>		
(RH-25) San Fernando-Soto La Marina	(A) L. de San Andres- L. Morales	(a)	259.70	---	15.64
		(b) R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		(c)	41.97	---	2.53
(RH-26) Panuco	(B) Tamesí	(A) R. Tamesí	722.47	---	43.51
Total			1660.53	11.066	100
Caracterización Abiótica					
Suelo					
Que con base en la información proporcionada a través de la MIA-R, los suelos son el resultado de tres factores: la acumulación aluvial de sedimentos, el agua aportada por los ríos debido a las altas precipitaciones, así como a los tipos de vegetación. Para el SAR la promovente describe ocho unidades diferentes de suelos: Cambisoles, Feozem, Fluvisoles, Gleysoles, Leptosoles, Regosoles, Solonchaks, Vertisoles,					
Hidrología					
Con base en la información proporcionada a través de la MIA-R, el SAR se encuentra dentro de las regiones hidrológicas RH-25 denominada San Fernando-Soto la Marina y RH-26 Panuco. Se caracterizan por recibir aportaciones de diferentes estados. Se encuentran los ríos Panuco y Tamesí siendo estos: los ríos con mayor importancia por el arrastre de agua hacia el Golfo de México.					
La Promovente señaló que derivado de la aproximación al balance hidrológico que efectuó, existe una descarga importante del agua continental al mar en los meses de Junio a Diciembre, y el resto del año, tras disminuir las descargas de agua, se favorece la entrada de agua marina. La intrusión del agua de mar es favorecida por la presencia de canales conectados hidráulicamente con él, y su efecto se puede ver favorecido por la baja topografía.					



Continuación de la Tabla 8.1-3.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Tempozal

La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.

La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuenca o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

Región Hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Altamira	Barcodón	Porcentaje %
			Sup KM <sup>2</sup>		
(RH-25) San Fernando-Soto La Marina	(A) L. de San Andres- L. Morales	(a)	259.70	---	15.64
		(b) R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		(c)	41.97	---	2.53
(RH-26) Panuco	(B) Tamesí	(A) R. Tamesí	722.47	---	43.51
Total			1660.53	11.066	100

Caracterización Abiótica

Paisaje

El paisaje de esta subprovincia se caracteriza por sus extensas llanuras interrumpidas por lomeríos. Las elevaciones más altas se encuentran al Norte de la Zona de estudio, donde alcanzan hasta los 400 msnm y de ahí descienden en lomeríos suaves menores de 60 msnm hasta encontrarse con las planicies. En el límite Sur Este, existe conjunto de lomeríos moderados. Debido a que son zonas de mayor altura, se presenta un clima semicálido con variaciones entre templado y cálido, del tipo (A)C(w1)(w)(e)w".

Clima

De acuerdo a la MIA-R Los tipos climáticos que se presentan en la región pertenecen al grupo de los climas cálidos, con variaciones en el grado de humedad y con pocas excepciones en las que la variante es la temperatura

Climas Tempozal	
Tipo o subtipo	% de la Superficie
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	80
Semicálido subhúmedo con lluvia en verano	12



Continuación de la Tabla 8.1-3.

<b>Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Temporal</b>					
<b>Región Hidrológica</b>	<b>Cuenca hidrológica</b>	<b>Subcuenca hidrológica</b>	<b>Altamira</b>	<b>Barcodón</b>	<b>Porcentaje %</b>
			<b>Sup KM<sup>2</sup></b>	<b>---</b>	
(RH-25) San Fernando-Soto La Marina	(A) L. de San Andrés- L. Morales	(a)	259.70	---	15.64
		(b) R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		(c)	41.97	---	2.53
(RH-26) Panuco	(B) Tamesí	(A) R. Tamesí	722.47	---	43.51
Total			1660.53	11.066	100
<b>Caracterización Biótica</b>					
<b>Fauna</b>					
Con base en los datos proporcionados en la MIA-R, para el diagnóstico de Fauna presente en el área del SAR, establecieron puntos de monitoreo de acuerdo a los sitios de muestreo de vegetación					
El grupo de vertebrados con la mayor riqueza específica (número de especies) fue el de las aves (209), seguido por los reptiles (98) y los mamíferos (95), y el menos rico fue el de los anfibios (33).					
Que de acuerdo a la información de la MIA-R presentada por la promovente, en el SAR, se detectaron 84 especies que se encuentran dentro de algún estatus de protección por la Norma-059-Semarnat-2010, para anfibios, aves y mamíferos; los cuales representan el 19 % del total de la fauna registrada.					
<b>Vegetación</b>					
Que de acuerdo con lo reportado en la MIA-R como en la información adicional, los tipos de vegetación identificados a través de imágenes satelitales y muestreos realizados en zonas con vegetación dentro del SAR, corresponden las siguientes asociaciones de vegetación:					
<b>Tipos de vegetación</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>% respecto a la superficie total</b>	<b>% por grado de sensibilidad respecto al total</b>	<b>Grado de sensibilidad</b>	
Agricultura de Humedad	111.95	0.01	84.83	Bajo	
Agricultura de riego (Incluye riego eventual)	147,588.37	13.20			
Agricultura de Temporal con cultivos anuales	170,064	15.20			
Agricultura de Temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	16,493.64	1.50			
Pastizal cultivado	600,080.53	53.63			
Pastizal Inducido	2,003.50	0.18			
Vegetación Halófila gipsofila	12,948.08	1.16			
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	533.66	0.047	4.75	Medio	
Selva Alta y mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	17,114.99	1.53			



Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Tempozal				
Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	35,588	3.18		
Bosque de encino	1,676.77	0.15		
Manglar	41.45	0.0037		
Palmar	1,029.29	0.092		
Popal-Tular	19,222.63	1.72		
Selva Alta y Mediana Subperennifolia	1,901.24	0.17		
Selva Baja Caducifolia y subcaducifolia	19,718.40	1.76		
Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia	18.232	0.0016		
Total	1,046,135.54 *	93.48	93.48	

- \* El 6.5 % (72,814 Has) restante del SAR, corresponde a las áreas con asentamientos humanos y cuerpos de agua

### Ordenamientos ecológicos del territorio

En cuanto a los ordenamientos ecológicos del territorio, es importante señalar que conforme a las reformas energéticas de 2013 y 2014, hubo cambios significativos en dicho rubro. En ese sentido, en el artículo 40 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, párrafo adicionado y que a la letra dice:

*“... Artículo 40.- Para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional en los que participe el Gobierno Federal, la Secretaría promoverá la realización de las siguientes acciones: ...”*

*“...Los programas de ordenamiento ecológico regional, referidos en este artículo, no podrán considerar o regular las actividades que permiten el desarrollo de la industria de hidrocarburos, ni las actividades a que se refiere el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en acatamiento a lo previsto en el artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos. Párrafo adicionado DOF 31-10-2014...”*

Conforme a lo antes señalado, únicamente se tomará como marco de referencia en la caracterización del contexto regional, donde se ubica el área contractual Barcodón, es decir; la información técnica ahí generada forma parte de los estudios de impacto ambiental regionales, como es el caso del “Proyecto Regional



**Tempoal 2007 – 2020". A continuación se describe el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, donde se ubica el área contractual Barcodón.**

**Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe se sustenta en el Artículo 20 Bis 2 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en donde se menciona que los Gobiernos de los Estados, en los términos de las leyes locales aplicables, podrán formular y expedir programas de ordenamiento ecológico regional, que abarquen la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa. De igual manera, se establece que cuando un programa de ordenamiento ecológico regional incluya un área natural protegida de competencia de la Federación, o parte de ella, el programa deberá ser elaborado y aprobado en forma conjunta por la SEMARNAT y los gobiernos de los Estados, el Distrito Federal y Municipios en que se ubique, según corresponda.

El POEMRGMyMCT es conforme al artículo 17 de la LGEEPA, es un instrumento de la política ambiental nacional, que se orienta a la inducción y regulación de los usos del suelo del territorio (emplazamiento geográfico de las actividades productivas), basado en la evaluación actual de los recursos naturales, en la condición socio-productiva del área, y en la aptitud o potencial de utilización del sitio analizado, considerando elementos de propiedad y de mercado, para determinar la capacidad de usar el territorio con el menor riesgo de degradación.

El gobierno mexicano consciente del alto valor ambiental, económico, social y cultural de la región del Golfo de México y el Mar Caribe, y de su franja costero-terrestre, así como de los riesgos y consecuencias negativas asociados a su crecimiento desequilibrado y al efecto negativo de la sobreexplotación de los recursos naturales para el desarrollo sustentable de la región, con fecha 31 de octubre del 2012 se publicó el "Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", el cual describiremos a continuación.



Para dar continuidad a la política ambiental, en febrero del 2007 el gobierno de México anunció la creación de una estrategia nacional para el ordenamiento ecológico del territorio en mares y costas, que tiene los siguientes objetivos principales:

- I. El Ordenamiento Ecológico General del Territorio en Mares y Costas.
- II. El establecimiento de una Comisión Intersecretarial para el Manejo Integrado de los Océanos y Costas.
- III. La elaboración de la Política Nacional de Océanos y Costas de la Administración Pública Federal.
- IV. El Ordenamiento Ecológico de todas las regiones marinas del país y la generación de las estrategias para el manejo de los humedales costeros, en especial el manglar.
- V. La protección de la biodiversidad costera y marina.
- VI. El desarrollo sustentable en las áreas costeras y marinas de los sectores turismo, pesca y acuacultura, industrial y de servicios, entre otros.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean, con el fin de optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. El programa es un elemento integrador de políticas públicas que permite además, dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.



El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) está integrada por dos componentes, conforme lo establece la LGEEPA. El primero es el Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe.

También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal, que parte de su extensión está incluida en la zona marina. Es importante señalar que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que de acuerdo a su ubicación establece este Programa. En términos del Artículo 20 BIS 6 de la LGEEPA, la SEMARNAT tiene la atribución de formular y expedir en coordinación con las Dependencias competentes, el componente marino de este Ordenamiento Ecológico.

El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

En términos del Artículo 20 BIS 2 de la LGEEPA, en esta área los Gobiernos de los Estados, en los términos de las leyes locales aplicables, tienen la atribución de formular y expedir los programas de ordenamiento ecológico regional, que abarcarán la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa. Dado que se trata de una región ecológica ubicada en el territorio de dos o más entidades federativas, y que incluye Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, el Gobierno Federal y los Gobiernos de los Estados, en el ámbito de sus competencias, formularon conjuntamente el componente Regional de este Ordenamiento Ecológico.

Con base a lo anteriormente señalado, el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico en conjunto tiene una extensión de 995,486.2 km<sup>2</sup>, de este total, 168,462.4 km<sup>2</sup> corresponden al componente Regional, y 827,023.8 km<sup>2</sup> del componente Marino (Figura 8.1-4).



**Figura 8.1-4.- Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial.**

Desde el punto de vista espacial, la integración mesoregional del Área sujeta a Ordenamiento Ecológico se puede concebir en las tres escalas discretas que a continuación se describen:

La menor de ellas considera al Área Sujeta a Ordenamiento como un conjunto de tres subregiones marinas asociadas a las condiciones geográficas y dinámicas del Golfo de México y Mar Caribe, entre las cuales el Canal de Yucatán actúa como espacio de interfase y confluencia de atributos entre varias regiones ambiental y socioeconómicamente diversas.

Estas áreas permiten establecer los comportamientos de grandes superficies y al abarcar varias de las zonas establecidas en la caracterización, proporcionan un marco adecuado para la construcción de estrategias de



gran alcance tanto en lo geográfico como en lo socioeconómico, en tanto, la porción terrestre define igualmente varias entidades tipológicamente distintas por sus características geomorfológicas e hidrológicas, que al mismo tiempo tienen características socioeconómicas diferenciales, siendo ellas la subregión peninsular, la insular, y las llanuras costeras con dos tipos diferentes, separados en sistemas de llanura y sistemas deltaicos, y los sistemas con influencia del sistema montañoso oriental.

La escala intermedia define unidades que son ambiental y antrópicamente semejantes y que en subconjuntos definen el comportamiento ambiental, socioeconómico y de riesgo de las subregiones, en este nivel los indicadores son esencialmente ambientales y productivos y se definen principalmente por el efecto de las actividades productivas sobre el espacio geográfico y ecológico.

Finalmente, la mayor de las escalas permite el enfoque a detalle de áreas de interés ya sea por su complejidad ambiental y socioeconómica, o por la dinámica de transformación que la concentración de población impone sobre ellas. El número de estas zonas se ha determinado por muchos aspectos, no solo de los atributos actuales, sino de los cambios que se pretenden inducir en ellas de acuerdo con el modelo de desarrollo local y mesoregional, que es el resultado del análisis de viabilidad de los escenarios proyectados sobre la región, y las características de las correspondientes Imágenes Objetivo, reflejado todo ello en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

Durante el proceso de generación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, se realizaron una serie de talleres sectoriales para obtener información de cada uno de los sectores con incidencia territorial en el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO), así como la aptitud de cada uno de los diferentes espacios para la realización de sus actividades centrales o prioritarias.

Lo anterior condujo a tener dos visiones diferentes pero complementarias, una en la cual se describe el ASO en función de sus atributos naturales y socioeconómicos, y otra en cuanto a la percepción sectorial acerca de la aptitud del territorio en función de dichos atributos, ambas visiones se combinaron para construir la imagen actual o caracterización del ASO.



Posteriormente, se elaboró el diagnóstico del ASO en términos fundamentales de los procesos que era posible identificar a partir de las variables y datos obtenidos en la etapa de Caracterización. Los resultados muestran nuevamente los dos aspectos centrales, **la aptitud potencial para su uso por los diferentes sectores económicamente activos** y los aspectos relativos a la **aptitud natural y la presencia de ecosistemas o atributos naturales particularmente importantes para su conservación** en el ASO.

Como resultado de la etapa de diagnóstico, se generaron un conjunto de indicadores de las condiciones del ASO incluyendo las presiones de las actividades sobre la zona costera y las aguas marinas colindantes. Con estos elementos se elaboró un diagnóstico integrado en el cual se describen de manera sucinta los aspectos más aparentes sobre la interacción entre la zona terrestre del ASO y la porción marina, información que fue entonces representada espacialmente y relacionada con la agenda ambiental.

Durante la etapa de pronóstico se realizaron dos actividades paralelas: la primera de ellas consistió en proyectar las condiciones en las cuales sería posible **encontrar en un tiempo futuro las variables e indicadores construidos durante el diagnóstico**. En particular se proyectaron los valores de población, demanda de agua, producción de residuos líquidos, producción de residuos sólidos y porcentaje de la superficie agrícola en uso. Se trabajó con estos elementos por ser en primer lugar los indicadores generados durante el diagnóstico que permitieron caracterizar el ASO, y en segundo lugar por ser indicadores de la presión que la parte terrestre está ejerciendo sobre las aguas costera de la porción marina.

Al igual que en las etapas anteriores, durante el pronóstico se incorporaron otros atributos que, si bien fueron considerados de manera general durante la caracterización y el diagnóstico, son elementos que por su magnitud o intensidad pueden cambiar de manera sustancial el comportamiento de otras variables. En este sentido se incorporaron análisis de riesgos y de vulnerabilidad de la población ante fenómenos hidrometeorológicos extremos (inundaciones, huracanes y tormentas) y ante los efectos del Cambio Climático Global (CCG) sobre la zona costera (procesos de desertificación, incremento del nivel medio del mar y efectos sinérgicos con los fenómenos hidrometeorológicos extremos).



La segunda actividad de la etapa de pronóstico consistió en la realización de dos talleres para la construcción de la imagen objetivo, en ellos se plantearon por parte de los representantes de los diferentes sectores gubernamentales, de la iniciativa privada y de la sociedad civil las aspiraciones que se tienen para el ASO en cuanto a desarrollo, conservación de recursos naturales, crecimiento social y económico, etc.

### Diagnóstico

El objetivo de realizar el diagnóstico del área propuesta para el ordenamiento ecológico, fue el de identificar y analizar los conflictos ambientales en el área de estudio. Por tal motivo se elaboraron los análisis de aptitud sectorial considerando los actores socioeconómicos centrales en el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial, así se obtuvieron los siguientes diagnósticos parciales y la información espacial que se deriva de dichos análisis.

El **Análisis de Aptitud** se construyó con la identificación de los atributos naturales identificados por sector. Los Análisis de Aptitud finalmente utilizados para elaborar el mapa de Aptitud de cada uno de los sectores, fueron limitados por la información cartográfica oficial disponible y la que se elaboró en este proceso (como la regionalización biológica e hidrodinámica del Golfo de México y Mar Caribe). En los siguientes párrafos se hace el análisis por sector.

### Sector Conservación

El objetivo del Sector Conservación comprende el fomento a la protección, la restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales, tendientes a propiciar su aprovechamiento garantizando el desarrollo sustentable. En este sentido, el extenso número de ecosistemas costeros y marinos a lo largo de la zona litoral del Golfo de México y Mar Caribe, que albergan una gran biodiversidad que incluye especies bajo estatus y especies endémicas, determinan la vocación de múltiples áreas de la vasta región incluida en el ordenamiento por su bien definida aptitud para ser conservada.

En particular para el sector Conservación se tomaron como atributos centrales y con la misma prioridad: Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Humedales, Áreas de Importancia para la



Conservación de Aves (AICAS), Humedales Potenciales y Análisis GAP (Vacíos y Omisiones para la conservación en ambiente marino).

### Sector Energía

El sector de Energía se conforma por dos grandes subsectores principalmente, Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Estos organismos generan diferentes tipos de productos, hidrocarburos y gas por parte de PEMEX, y electricidad por parte de CFE. Por la diferencia de sus productos, sus actividades requieren de diferentes insumos, por ello el análisis de aptitud del sector energético se realizó estudiando a ambos subsectores por separado y después fusionando sus zonas de aptitud en común.

### Subsector Hidrocarburos

Por sus características geológicas y geoquímicas, así como sus antecedentes productivos, la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y Mar Caribe ha sido clasificada como una región con alto potencial de riqueza en materia de hidrocarburos. La presencia de hidrocarburos en aguas del Golfo de México, sobre la plataforma y el talud continental del suroeste, demuestran la existencia de sitios naturales de emanación de hidrocarburos fósiles y de gas metano provenientes de acumulaciones de aceite o gas natural que son impulsados por la presión interna a través de zonas de fracturas geológicas.

Los reportes señalan que la mayoría de los sitios de emisión de hidrocarburos corresponden a provincias geológicas donde predominan las rocas sedimentarias o ígneas, asociadas a gruesos estratos sedimentarios. Petróleos Mexicanos (PEMEX) hasta el año de 2014, fue la empresa paraestatal que se encargó de la exploración, explotación y distribución de los hidrocarburos en México, además de realizar actividades de refinación y petroquímica, actualmente, existen empresas particulares que también realizan actividades de exploración, explotación y distribución de los hidrocarburos.

Debido a los grandes yacimientos de petróleo en el Golfo de México, PEMEX tiene una importante presencia en la región, incluyendo plataformas marinas, pozos de exploración, ductos submarinos y plantas industriales. México es un país que depende en gran medida de la exploración, explotación y venta de



hidrocarburos como fuente de financiamiento para el sector Público; 38% del gasto depende de la industria petrolera, cifra que ha ido en aumento desde los años 90.

Las reservas probadas han disminuido en los años recientes, debido principalmente a la falta de exploración de nuevos pozos y campos petroleros. Aún con la reducción de las reservas probadas, el petróleo sigue siendo una de las fuentes más importantes de ingreso para el país; de la ASO se extrae más del 95% de la producción de petróleo crudo.

### Fragilidad

La conectividad existente del ambiente terrestre por medio de las cuencas como influencias principales hacia el medio marino, es hoy en día uno de los vectores de presión notorios derivados del incremento poblacional costero y a sus actividades sectoriales que en ellos se llevan a cabo.

Uno de los principales objetivos del programa es la identificación de áreas consideradas como frágiles, ya sean marinas o terrestres, debido a que están asociadas a otros atributos ambientales catalogados como sensibles a cualquier alteración de su medio como lo son: humedales, manglares, zonas insulares, arrecifes, dunas, tipos de costas, edafología, vegetación etc.

El conjunto o asociación de estos atributos ambientales despliegan zonas con características propias que son susceptibles a cambios en su estructura. Dentro de la zona de ordenamiento se delimitaron ciertas áreas, que por la concurrencia espacial de atributos ambientales son catalogadas como frágiles o sensibles a variaciones o modificaciones de su entorno, que van desde planicies costeras con presencia de dunas, presencia de afloramientos rocosos característicos de la parte Norte del Golfo de México, hasta sistemas arrecifales desde la parte Norte de Veracruz hasta el sistema arrecifal del Caribe.

### Problemática (presión)

El área de Ordenamiento cuenta con una parte Costero Terrestre y otra Marina, en las dos zonas se realizan actividades sectoriales que en cierta manera afectan en gran medida al ambiente. La extracción de especies, la **extracción petrolera**, la agricultura, la ganadería, los puertos y el turismo generan una gran fuente de



trabajo, pero a la vez son unos grandes vectores de presión sobre los ecosistemas que están presentes a lo largo del Golfo de México y Mar Caribe.

El incremento de la población ocasiona una mayor demanda sobre la extracción de recursos, de igual manera se requiere de una superficie mayor que sea apta para realizar desarrollos turísticos, industriales y habitacionales, actividades que se realizan sin importar el desmontar áreas con una extensa cubierta vegetal o el relleno de algunas lagunas. La población como tal es un vector de presión al medio ambiente, ya que genera una gran cantidad de desechos sólidos, además de que las aguas residuales de la población son vertidas en algunos casos a los ríos mismos que desembocan al mar.

En la parte Costero Terrestre del Golfo de México y Mar Caribe existen 3 áreas que presentan una alta presión, siendo una de ellas la que está ubicada en la UACT San Andrés, Pánuco-Tamiahua, región que está ligada a la presencia de zonas petroleras y a una gran densidad poblacional principalmente, sin dejar de considerar a otras actividades de presión como la agricultura y la ganadería que también se practican en la zona.

La parte Marina de la zona de ordenamiento presenta 4 zonas de muy alta presión, una de éstas es la Unidad Ambiental Marina (UAM) No. 1, en la cual se genera una zona de presión que está delimitada por la pluma de dispersión del Río Pánuco. Esta presión está asociada a las UACT San Andrés y Pánuco-Tamiahua, ya que las dos son áreas de alta presión Costero Terrestre, como se mencionó en el párrafo anterior.

### Vulnerabilidad

En el Golfo de México y Mar Caribe existen varias zonas de vulnerabilidad, las de muy alta vulnerabilidad están ubicadas en las Unidad Ambiental Costero Terrestre (UACT) Laguna Madre. En la UACT Pánuco-Tamiahua se encuentra una zona muy puntual con muy alta vulnerabilidad, es la zona conurbada de Tampico, Cd. Madero y Altamira debido a la presión del incremento en la densidad poblacional y las actividades que esto conlleva, además de la fragilidad de los ecosistemas presentes en el área como son los humedales.



### Riesgos Hidrometeorológicos

Para la elaboración del mapa de riesgo ante cambios climáticos para la zona de ordenamiento ecológico, se utilizó la información sobre inundaciones, huracanes y lluvias, aunque para este índice solo se consideraron como amenazas los eventos meteorológicos y los eventos geotectónicos, ya que están involucrados directamente en el riesgo costero.

Las unidades con alto riesgo de incidencia de huracanes son las UACT Bravo, Soto la Marina, parte de San Andrés (ubicadas en la costa de Tamaulipas), Pánuco-Tamiahua, Champotón, Campeche, Yucatán y Hondo-Bacalar. Las unidades con alto riesgo de inundaciones están ubicadas en las UACT Laguna Madre y una pequeña parte de la UACT Soto la Marina,

### Pronóstico

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, la etapa de pronóstico tendrá por objeto examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de las previsiones de las variables naturales, sociales y económicas. Para este ordenamiento en específico, los pronósticos estarán relacionados con los procesos ambientales del territorio costero y del medio marino.

El pronóstico no es una predicción de lo que irremediablemente pasará en el futuro, más bien, se debe de entender como la información con cierto grado de probabilidad de lo que pudiera pasar en el área con las tendencias observadas y analizadas.

### Indicadores

La construcción de escenarios permitirá estimar el comportamiento futuro y las condiciones a las cuales debemos enfrentarnos, de acuerdo a las tendencias generadas a partir de la situación actual que prevalece en la Región, con respecto a los 3 sistemas siguientes:

- Natural-ecológico
- Marítimo y terrestre
- Socioeconómico-urbano.



Esto permitirá establecer las estrategias a seguir en cada caso para mejorar o revertir las condiciones consideradas como positivas o negativas, lo que convierte a esta etapa en un elemento importante para la asignación de acciones y criterios de regulación ecológica en la propuesta del modelo.

La base para la construcción de los escenarios fue la proyección de los elementos de presión identificados para la zona. Los agentes de presión que se identificaron en el diagnóstico mediante diversos indicadores, son los siguientes:

- El porcentaje de superficie agrícola
- El porcentaje de superficie destinada a actividades pecuarias
- Las actividades petroleras
- Las actividades de generación de energía eléctrica
- Las actividades turísticas
- El transporte marítimo (puertos)
- La densidad de población municipal
- La generación de residuos sólidos por día por persona
- El agua residual no tratada.

La relación entre estos elementos, permitió definir zonas que presentan degradación ambiental. Lo anterior se basa sobre la premisa de que el aumento o disminución de las actividades humanas (fuerzas motrices), ejercerán presión sobre el medio ambiente marino y el litoral, y son la causa de los cambios en los atributos ambientales.

La urbanización, el turismo, las cargas y vertidos de contaminantes procedentes de los ríos y de la población ribereña, la actividad agraria, la actividad industrial, el tráfico marítimo, la **exploración petrolífera** y la influencia de la pesca y la acuacultura, son las principales presiones identificadas hacia la parte marino-costera, que es donde sucede la mayor interacción y la mayor afectación ambiental entre lo terrestre y marino.



Es muy probable que en el futuro las zonas costeras tengan que afrontar cada vez mayores presiones, especialmente sobre los hábitats y los recursos naturales (suelo, aguas continentales/marinas y energía), derivado principalmente o como consecuencia del aumento de la demanda de diferente tipo de infraestructura.

## Escenarios

Con base a lo anteriormente señalado, los escenarios para la región podrían ser los siguientes:

- Para el Golfo de México y Mar Caribe, el escenario de Cambio Climático Global (CCG) prevé que los eventos extremos del clima (sequías, lluvias abundantes, mayor incidencia de huracanes y depresiones tropicales) se acentuarán en los años por venir. Para la región en estudio, desde el punto de vista de la amenaza que representan estos fenómenos al combinarse con las condiciones geomorfológicas de la región, se establecieron dos indicadores centrales, la probabilidad de inundaciones y el impacto de huracanes.
- Es probable que ocurran modificaciones importantes en la interfase mar-tierra y en los manglares y los arrecifes coralinos, que podrán ser afectados por el aumento del nivel del mar proyectado por los modelos de circulación general, en este caso, los estados que podrían verse más afectados son Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo, donde el agua de mar podría entrar hasta 40 kilómetros tierra adentro en casos extremos.
- Las formaciones vegetales que se encuentran en estas condiciones de riesgo podemos mencionar entre muchas otras, los ecosistemas de humedales costeros y vegetaciones de duna y palmares de Quintana Roo, las Rías y vegetaciones de duna de Yucatán, los humedales y zonas de manglares y selvas costeras del sur de Campeche, la vegetación de pantanos deltaicos de Tabasco, las **zonas de manglares y lagunas costeras** de Veracruz y Tamaulipas.
- Sobre la fauna, además de la extinción de especies y la reducción drástica de los rasgos de distribución de las especies endémicas, se puede favorecer el establecimiento de especies comunes o invasoras y oportunistas de animales en zonas donde antes no se encontraban, propiciar la ampliación de sus



áreas de distribución y crear las condiciones ambientales adecuadas para que aumenten su abundancia.

- Respecto al cambio de uso de suelo y la pérdida de coberturas vegetales nativas, los resultados indican que para el área sujeta a ordenamiento, las selvas se están transformando a mayor velocidad (a una tasa de .09 y .08 % de pérdida anual). De esta manera tenemos que para el año 2005, en el ASO teníamos una superficie de 1'042,908 ha de selva caducifolia y 769,892 ha de selva espinosa. Si continúa esta tendencia, en un escenario al año 2020 estas selvas se habrán reducido en 14.38% la superficie de selva caducifolia y selva espinosa. Para el año 2050 perderíamos 30.83% de la superficie de selva caducifolia y selva espinosa con respecto a la superficie estimada para el 2020.
- El crecimiento demográfico que se espera va a estar estrechamente relacionado con la actividad económica que se desarrolla. De los 142 ayuntamientos reportados, 55 presentan tasas negativas de crecimiento de la población, 36 se comportan similar a la media nacional, 43 crecen por debajo de la media y existen 8 municipios que están siendo atractivos para los flujos migratorios. De estos últimos, existen 5 donde se esperan las mayores presiones demográficas: Altamira (Tamaulipas), Kanasin (Yucatán), Benito Juárez, Cozumel y Solidaridad (Q.R.).
- Las áreas más afectadas serán aquellas que tienen mayor vegetación de selvas, ya que estas se verán transformadas para usos del suelo, ya sea agrícola, pecuarios o para la instalación de infraestructura, así como el establecimiento de asentamientos urbanos.

### Programa de Ordenamiento Ecológico

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y Unidades de Gestión Ambiental (UGA), además de una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

### Modelo de Ordenamiento Ecológico

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe** contiene Lineamientos Ecológicos, los cuales incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de cada UGA, los cuales están orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental

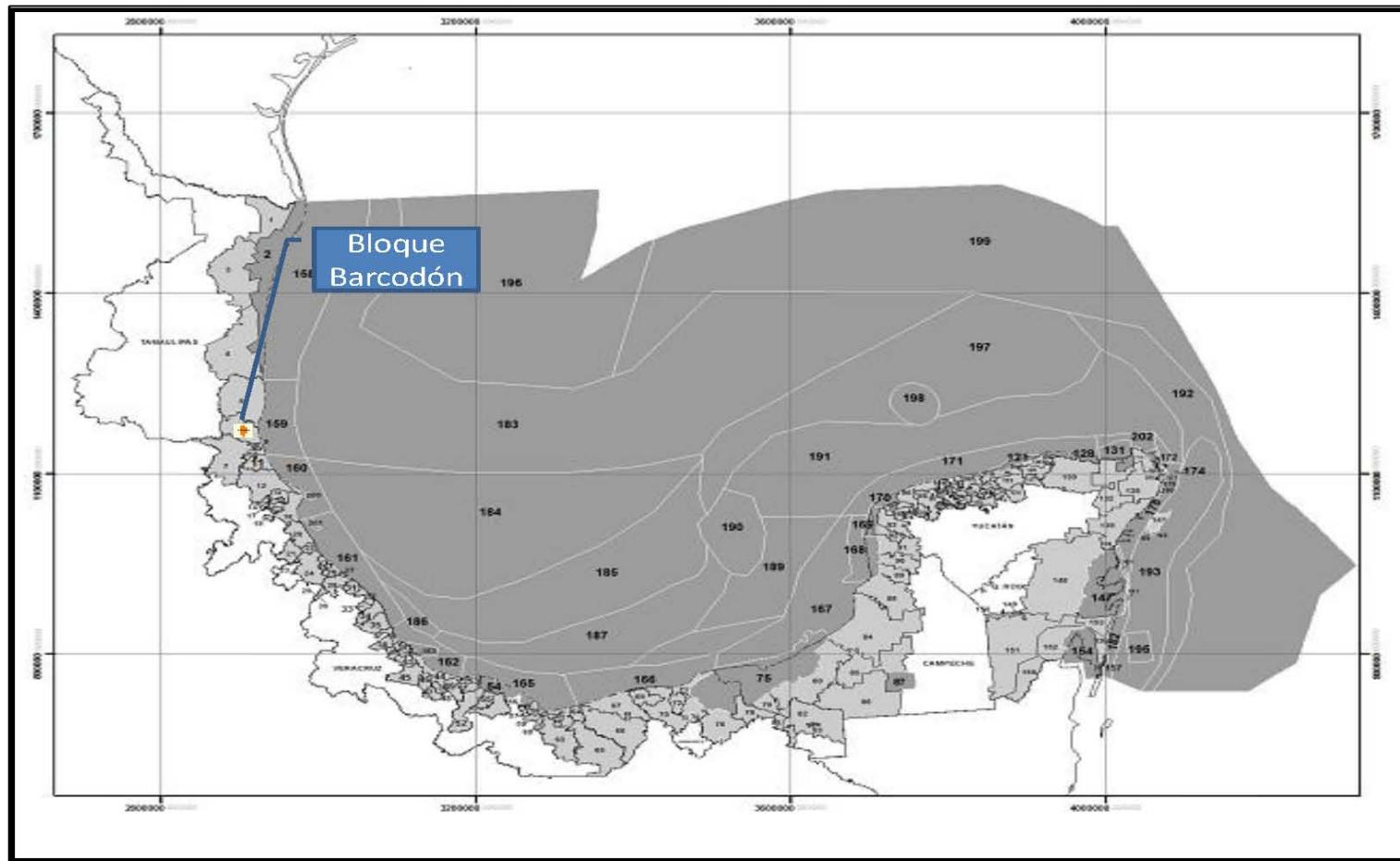


identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva. En el Programa de Ordenamiento se incluyen 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales (Figura 8.1-5).

Las UGA's del Área Marina comprenden las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal, las cuales una parte de su superficie se ubica en la zona marina. Es importante señalar que en dichas áreas aplica el Decreto (del ANP) y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa.

Las UGA's del Área Regional abarcan una región ecológica que está ubicada dentro de los 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas de nuestro país (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta gran región se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales solamente aplicará el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, en el Área Regional se incluyen 14 Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Estatal.

Cada UGA de la Figura 8.1-5 incluye una ficha que contiene su toponomía, ubicación y características, así como la presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente.





La delimitación geográfica de las UGA's se realizó con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que cabe señalar que en el caso de los límites geoestadísticos, éstos no sustituyen ni demeritan los límites "políticos-administrativos" actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística.

El límite geoestadístico es la "*línea divisoria convencional exclusiva del Marco Geoestadístico Nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, las cuales se apegan en la medida de lo posible a los límites político-administrativos. Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre, líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos)*".

Con base a lo anteriormente señalado y de acuerdo a las UGA's de la Figura 8.1-5, la ubicación actual del Área Contractual Barcodón está situada en la UGA 6 (Figura 8.1-6), la cual describiremos a continuación:

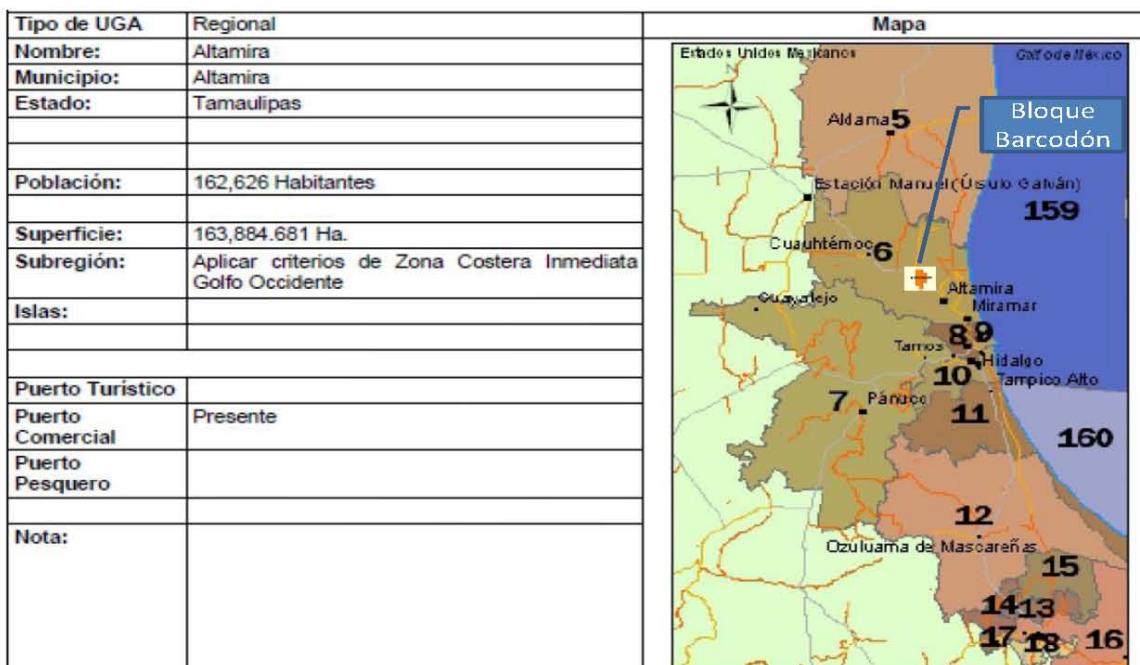


Figura 8.1-6.- UGA # 6 Altamira.



A esta UGA le aplican 65 Acciones Generales, no obstante lo anterior, para este proyecto solo enunciaremos las que tienen relación directa con las actividades petroleras que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón (Tabla 8.1-4).

**Tabla 8.1-4.-** Acciones Generales que le aplican al Área Contractual Barcodón

Clave	Acciones Generales
G001	<b>Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</b>  En caso de requerir agua para las actividades de perforación, riego durante la construcción de plataformas, pruebas hidrostáticas, etc., se solicitará el permiso correspondiente a la CONAGUA en caso de requerir agua de un cuerpo de agua superficial o subterráneo, aunque también se podrá optar por utilizar agua tratada en caso de existir en la región. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G002	<b>Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hidricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</b>  En caso de solicitar el aprovechamiento de agua de algún cuerpo de agua superficial o subterráneo, se cumplirán con las obligaciones fiscales que determine la CONAGUA. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G004	<b>Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá mantener un programa permanente de concientización para su personal y el de las compañías contratistas, en el cual se les informe que durante su estancia en las áreas perteneciente al Área Contractual, estará prohibido la caza, colecta y daño tanto a la fauna y flora terrestre, así como la que se encuentre en los cuerpos de agua de la zona. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G006	<b>Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón establecerá que todo tipo de vehículo deberá sujetarse al Programa de Verificación Vehicular del estado, para que las emisiones a la atmósfera se mantengan por debajo de los límites establecidos en la normatividad ambiental. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G009	<b>Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat</b>  La infraestructura vial que normalmente se utilizan en el área son caminos de terracería existentes. En caso de requerir caminos nuevos, las características de los mismos deberán ser similares a los existentes. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general



Continuación de la Tabla 8.1-4

Clave	Acciones Generales
G011	<b>Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá generar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, en el que se establezca el destino final de los mismos, el programa deberá estar avalado por la autoridad correspondiente. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G029	<b>Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón podrá alinear su sistema de calidad y ambiental, al cumplimiento del Objetivo 5 (contribuir en la formación y difusión de la cultura del ahorro de energía entre la población y/o trabajadores), del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014 – 2018. Esta medida se puede establecer como política para el uso sustentable de la energía. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G030	<b>Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón podrá alinear su sistema de calidad y ambiental, al cumplimiento del Objetivo 2 (fortalecer la regulación de la eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país), del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014 – 2018. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G031	<b>Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón podrá establecer dentro de su política ambiental, que se utilizarán preferentemente vehículos que utilicen gas natural, híbridos o totalmente eléctricos. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G036	<b>Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.</b>
G040	<b>Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.</b>
	El administrador del Área Contractual Barcodón deberá establecer las acciones necesarias para ingresar al Plan Nacional de Auditorías Ambientales, con el fin de obtener el Certificado de Industria Limpia. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general.
G042	<b>Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC), y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá tramitar y/o actualizar su Licencia Ambiental Única y su Cédula de Operación Anual de todas sus instalaciones. De igual manera y de encontrar sitios contaminados durante el estudio de Línea Base Ambiental, deberá registrarlos ante la autoridad correspondiente. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general



Continuación de la Tabla 8.1-4

Clave	Acciones Generales
G048	<b>Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá de realizar su Programa de Respuesta a la Emergencia, en el cual deberá de tener el escenario de desastres naturales (los que se han presentado en la región). Las acciones a seguir deberán ser del conocimiento de los trabajadores y de los contratistas. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G051	<b>Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos (RSU).</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá establecer un Programa de Manejo de Residuos eficiente que le permite evitar contaminar el medio circundante. Este programa deberá ser de conocimiento de todos los trabajadores del Área Contractual, y deberán ser capacitados para conocer el programa en su totalidad. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G055	<b>La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales o preferentemente forestales, solo podrá llevarse a cabo de conformidad con las Ley General de desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá apegarse al resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental cuando tenga que hacer un cambio de uso de suelo, de igual manera deberá llevar a cabo las medidas de mitigación establecidas en la materia. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general
G064	<b>La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales, o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</b>  El administrador del Área Contractual Barcodón deberá apegarse al resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental cuando tenga que hacer un cambio de uso de suelo, de igual manera deberá llevar a cabo las medidas de mitigación establecidas en la materia. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción general

Además de las acciones señaladas en la Tabla 8.1-4, a esta UGA le aplicarán las Acciones específicas que se mencionan en la Tabla 8.1-5. Al igual que en la Tabla 8.1-4, solo haremos mención de aquellas acciones que tienen relación con las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón (Tabla 8.1-6), aunque respetaremos las señaladas como No Aplica de la Tabla 8.1-5.



**Tabla 8.1-5.- UGA #6 Altamira. Acciones específicas.**

Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	APLICA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	APLICA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	APLICA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	APLICA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	APLICA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	APLICA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	APLICA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	APLICA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	APLICA	A-100	APLICA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

**Tabla 8.1-6.- Acciones Específicas que le aplican al Área Contractual Barcodón.**

Clave	Acciones Específicas
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección, consideradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).
	El administrador del Área Contractual Barcodón deberá establecer un programa permanente de concientización para su personal y el de las compañías contratistas, en el cual se les informe que durante su estancia en el área del Área Contractual estará prohibida la caza, colecta y daño tanto a la fauna y flora terrestre, así como a la acuática. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción específica.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.
	En caso de una contaminación generada por las actividades relacionadas con la actividad que llevan a cabo en las instalaciones, el administrador del Área Contractual Barcodón deberá contratar a una compañía especializada para la remediación del o los sitios, de igual manera, deberá gestionar los permisos y autorizaciones pertinentes establecidas en la normatividad oficial. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción específica.



Continuación de la Tabla 8.1-6

Clave	Acciones Específicas
A023	<p><b>Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</b></p>
	<p>El administrador del Área Contractual Barcodón deberá llevar a cabo el Análisis de Riesgo Ambiental (ARA), con el fin de establecer medidas preventivas para evitar en lo más que se pueda, cualquier tipo de incidente que pueda afectar al medio ambiente.</p> <p>El administrador del Área Contractual Barcodón deberá de realizar su Programa de Respuesta a la Emergencia, en el cual deberá tener en cuenta los escenarios de riesgo establecidos en el ARA, para que en caso de que se presenten, se actúe en consecuencia. Las acciones a seguir deberán ser del conocimiento de los trabajadores y de los contratistas. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción específica.</p>
A024	<p><b>Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.</b></p>
	<p>El administrador del Área Contractual Barcodón podrá establecer dentro de su política ambiental, que se utilizarán preferentemente vehículos que utilicen gas natural, híbridos o totalmente eléctricos. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción específica</p>
A025	<p><b>Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.</b></p>
	<p>El administrador del Área Contractual Barcodón deberá contar con un Programa de Manejo de Residuos eficiente, que le permita evitar contaminar el medio terrestre y acuático.</p> <p>El manejo de los Residuos Peligrosos, los No peligrosos y los de Manejo Especial, se deberá realizar conforme se establece en la normatividad correspondiente, para lo cual podrá optar en contratar a una compañía autorizada para que realice esta actividad. Por lo que consideramos que se puede cumplir con esta acción específica.</p>
A026	<p><b>Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</b></p>
	<p>El administrador del Área Contractual Barcodón deberá establecer que dentro del proceso que se llevan a cabo en sus instalaciones, se apliquen los sistemas anticontaminantes que operativa y tecnológicamente se puedan incorporar a los equipos.</p>
A068	<p><b>Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.</b></p>
	<p>El administrador del Área Contractual Barcodón en el Programa de Manejo de Residuos que implemente, establecerá cursos de capacitación a sus trabajadores, en donde se les informe el manejo adecuado de los mismos, iniciando desde su origen en la segregación de los mismos, así como durante la cadena de manejo hasta el destino final de los mismos. En todas las instalaciones relacionadas con el Área Contractual, deberá establecerse que estará prohibido arrojar cualquier tipo de residuos al medio ambiente.</p>



Adicionalmente a las acciones señaladas en la Tabla 8.1-4 y Tabla 8.1-6, se establecieron criterios adicionales que regularán las zonas costeras inmediatas del área de ordenamiento (Figura 8.1-7), una de ellas define las acciones que se deberán observar en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

### **Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas**

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa es un espacio que presenta una intensidad de uso mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento la Zona Costera Inmediata, como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina. Esta zona será manejada como un espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Tomando en cuenta que este espacio de aguas alineadas a la costa reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico se establecen cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso, para las cuales, además de las acciones ya referidas por cada UGA en los apartados anteriores, adicionalmente se deberán aplicar respectivamente conjuntos de acciones particulares para cada región.

La delimitación de las zonas costeras inmediatas se asocian a las UGA's regionales, y las unidades marinas definidas por las corrientes alineadas a la costa en cada caso, para el caso de nuestro proyecto los límites son los siguientes:

#### **Zona Costera Inmediata Occidente del Golfo de México**

La franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la porción centro y norte de Veracruz es particularmente estrecha y tiene una dinámica que responde en mucho al comportamiento de la Corriente de Lazo en cuanto a productividad en tanto que por su dinámica tiene un comportamiento homogéneo que lleva las aguas del Norte del Golfo de México hacia la porción sur. Este comportamiento hace que muchos de los efectos de las actividades productivas que tienen lugar en la región se vean involucrados en un proceso de



transferencia de contaminantes de un sitio a otro de modo que muchas de los criterios propuestos para esta región se centran en el control de estos procesos.

Estos criterios (Tabla 8.1-7) responden en mucho a las características naturales de dicha franja y al intenso uso de que son objeto esos espacios que tocan varias de las UGA colindantes con el norte de Veracruz y Tamaulipas.

**Tabla 8.1-7.-** Criterios de Regulación Ecológica que aplican para la zona donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Área Contractual Barcodón.

Clave	Criterios de Regulación Ecológica
ZGS-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en dichas comunidades.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con la franja costera y mucho menos con el ambiente marino. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGS-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con la franja costera y mucho menos con el ambiente marino. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGS-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Dentro de las actividades del proyecto no considera la captura de ninguna especie de fauna silvestre marina ni terrestre. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGS-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con el ambiente marino. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.



Continuación de la Tabla 8.1-7

Clave	Criterios de Regulación Ecológica
ZGS-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con el ambiente marino. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-06	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con la franja costera y mucho menos con el ambiente marino, por lo que no se interferirá con la arribazón de tortugas marinas. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en los cuerpos de agua.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que sus residuos difícilmente tendrán contacto con la franja costera y mucho menos con el ambiente marino. En el Programa de Manejo de Residuos quedará establecido que la disposición final de los mismos se hará en sitios autorizados por la normatividad vigente. Consideramos que este Criterio de Regulación puede ser cumplido con lo anteriormente establecido.
ZGN-08	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón no consideran obras de canalización ni dragado. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón se desarrollarán exclusivamente en ambiente terrestre, por lo que no tendrán ningún tipo de contacto con la franja costera y mucho menos con el ambiente marino, por lo que no se afectará la zona de arrecifes. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.



Continuación de la Tabla 8.1-7

Clave	Criterios de Regulación Ecológica
ZGN-10	En caso de algún proyecto relacionado con marinas, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio, así como específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina, y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón no considera la construcción de marinas. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-11	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón no consideran la utilización de ningún tipo de embarcación marina. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón no considera la construcción de muelles en ambiente acuático. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.
ZGN-13	Por las características de los efluentes de los sistemas asociados a la zona del Grijalva-Usumacinta y el Coatzacoalcos, ricos en nutrientes derivados de uso de agroquímicos y fertilizantes así como de la naturaleza misma de los suelos de la cuenca y por la abundante carga de contaminantes de origen urbano e industrial que arrastran los cauces en la región, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:64, UGA:66, UGA:67, UGA:69 y UGA:71) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México.
	Las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Barcodón están ubicadas en la UGA: 6 en la parte sur del estado de Tamaulipas. Consideramos que este Criterio de Regulación Ecológica no aplica al proyecto.



Por otra parte, se realizó un análisis del contexto regional donde se ubica el Área Contractual Barcodón, donde interaccionan con otras actividades del sector primario e industrial (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras). La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio de Altamira, estado de Tamaulipas, que presenta INEGI 2015.

En la Tabla 8.1-8 se presenta un resumen de otras actividades humanas como es el sector agropecuario, forestal y minero en el municipio de Altamira Tamaulipas y donde se ubica el Área Contractual Barcodón, que de cierto modo son indicadores del cambio de uso del suelo en la región, el cual desde el punto de vista del impacto ambiental se consideran daños ambientales, mismo que serán evaluados con el índice de incidencia.

En la tabla 8.1-8, se presenta un resumen de otras actividades primarias diferentes al sector hidrocarburos, que pueden ser indicadores de daños ambientales.

**Tabla 8.1-8.-** Tabla resumen de otros sectores productivos en Altamira y área contractual Barcodón.

Resumen de los sectores productivos en el municipio de Altamira, Tamaulipas						
Unidades de producción y superficie por municipio según desarrollen o no actividad agropecuaria o forestal 2007						
Municipio	Unidades de producción			Superficie en unidades de producción en Ha		
Altamira	Total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal	total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal
	1859	1527	332	115083	86220	28863
Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo, principales cultivos y municipios según disponibilidad de agua Año agrícola 2014 (Hectáreas)						
Cultivo	Superficie sembrada			Superficie cosechada		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	temporal
Soya	32690	0	32690	32499	0	32499
Chile Verde	934	934	0	933	933	0
Cebolla	1155	1155	0	1155	1155	0
Tomate Rojo (Jitomate)	261	261	0	230	230	0
Sandia	72	72	0	52	52	0
Ganadería volumen de la producción de ganado y ave en pie por municipio 2014 (Toneladas)						
Ganado	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Ave	---
	4938	761	79	1	13	---



## Delimitación del Área de Estudio Local

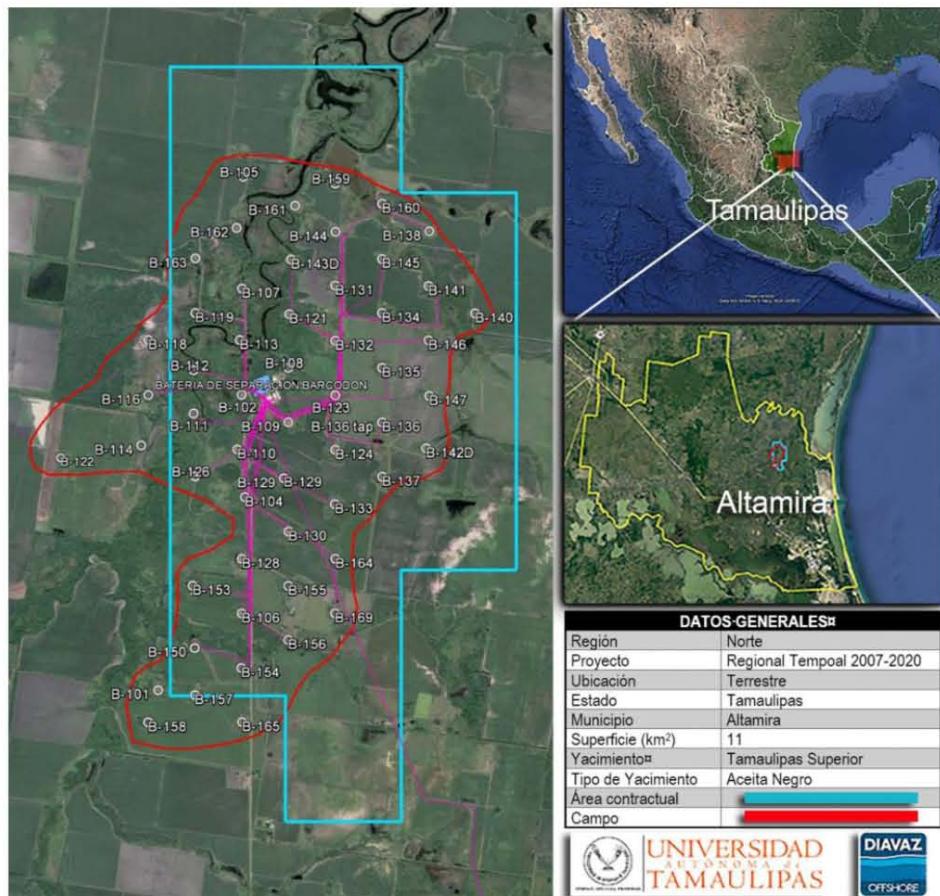
### Área Contractual Barcodón

Partiendo de la información que se desarrolló en el apartado de la delimitación del sistema ambiental del contexto regional, para la caracterización ambiental general, basada en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional del proyecto “**Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020**” y fundamentada en los criterios de Cuenca, basada en la Ley de Aguas Nacionales y en la metodología del Manejo Integral de Cuencas; ambas consideran el ordenamiento del uso del suelo y uso de los recursos naturales de tal manera que la sociedad pueda satisfacer su demanda de recursos sin detrimento de la calidad ambiental, es decir; la interacción del proyecto y los diferentes componentes ambientales de que está conformada, tales como el suelo, la biodiversidad, la hidrología y los aspectos socioeconómicos en un gradiente entre las zonas altas y las zonas bajas considerando los efectos a distancia. (Cruz Bello, 2003).

### Concepto de área contractual

Sumado al concepto de cuenca hidrológica, se describe la definición de área contractual señalada en el artículo 4 fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que “... *Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ...*”,

Bajo estos criterios técnicos legales, se podrá realizar un diagnóstico ambiental de la *cuenca hidrológica* donde está insertada el *área contractual*, y de este modo observar las tendencias de cambio de la calidad ambiental actual la cual se considerará como *línea base* y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema de la cuenca. La *línea base* ambiental, consiste básicamente el estado actual de los componentes ambientales que están dentro del límite económico del Área Contractual Barcodón imagen que se presenta en la Figura 8.1-7 y Tabla 8.1-9.



**Figura 8.1-7.-** Área Contractual Barcodón.

**Tabla 8.1-9.-** Regionalización hidrológica conforme al proyecto Temporal y Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Altamira	Barcodón	Porcentaje %
			Superficie en km <sup>2</sup>		
RH-25 San Fernando – Soto la Marina	A L. DE SAN ANDR S - L. MORALES	a	259.70	---	15.64
		b R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		c	41.97	----	2.53
RH-26 Panuco	B R. Tamesí	a R. Tamesí	722.47	----	43.51
Total			1660.53	11.066	1000



## 8.1.1 GENERALIDADES

### 8.1.1.1 Identificación de infraestructura existente

Para este apartado se realizó un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual Barcodón, con la finalidad de identificar el estado actual de éstas y aquellos aspectos técnicos que pudieron incidir de encontrarse, en daños a la infraestructura y por ende posibles fugas o derrames de hidrocarburos, los cuales quizás no se atendieron en su momento y que se han convertido en pasivos ambientales. En ese sentido, se aplicó listado de verificación señalado en el punto 7.1, el cual señala los aspectos más relevantes de las actividades del sector hidrocarburos y de esta forma permitió calificar el estado actual de la infraestructura que comprende el Área Contractual Barcodón ya que a continuación se describe.

#### 8.1.1.1.1 Antecedentes del Área Contractual Barcodón

El Área Contractual Barcodón, comprende un área 11 km<sup>2</sup>, geológicamente se ubica en el Sureste del “Proyecto Regional Tempoal 2007 - 2020”, regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y riesgo ambiental “S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08”; su Yacimiento es el Tamaulipas Superior, de tipo Aceite Negro, con litología de Yacimiento Caliza, presentando una gravedad API de 18.0, con una profundidad media de 1,175, (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2016); El Área contractual presenta una producción acumulada de Aceite de 14.7MMb y de Gas de 9.6 MMMpc.

La actividad exploratoria en el campo inicio en el año 1959 con la perforación del pozo exploratorio Barcodon-101, perforando hasta la formación Jurásico Superior, realizando dos pruebas a diferentes intervalos con resultados negativos ya que resultaron invadidos de agua salada, con una salinidad de 96,000 a 100,600 ppm. En ese mismo año se perforó el pozo Barcodon-102, encontrando las rocas dolomitizadas del Jurásico Superior. Sin embargo se probó el Cretácico Tamaulipas Inferior quedando como productor de gas con 2.82 mmpcd, 9% Mol de sulfídrico y con 982 bpd de aceite de 17° API (CNH 2015).

El desarrollo del campo continuó con la perforación de 6 pozos con objetivo Jurásico Superior con resultados negativos, tanto invadidos de agua salada como secos improductivos, pero productores en el Cretácico



Tamaulipas Inferior, por lo que el desarrollo de este campo se enfocó al Cretácico con la perforación hasta la fecha de 60 pozos.

Durante la etapa de perforación y por la tecnología implementada en esa década, los desechos de los mismos generados eran enviados a presas de quema a cielo abierto las cuales eran construidas con materiales permeables que permitieron la filtración de los hidrocarburos, así como la disposición de recortes de perforación, lodos aceitosos y aceites lubricantes gastados, y que se llegaron a producir dentro de las instalaciones (cuadro de maniobras), En muchos casos, estos derrames han dañado el subsuelo, el agua subterránea y han permanecido en el tiempo sin saneamiento alguno o en casos aislados se han remediado unos cuantos, (Roldán e Iturbe 1998), (Ortínez, Et. al. 2003) y (Ferrara-Cerrato, Et. al. 2006).

El tipo de hidrocarburo reportado es aceite negro y las principales formaciones productoras de acuerdo a su producción acumulada son: Tamaulipas Superior (7.9 mmb de Aceite y 6.7 mmmpc de Gas), Tamaulipas Inferior (6.8 mmb de Aceite y 2.9 mmmpc Gas). Hasta diciembre 2014, en el Campo Barcodón han perforado 60 pozos según la información reportada y entregada por la CNH; La producción acumulada a diciembre de 2014 es 0.3 mmb de aceite y 0.1 mmmpc de gas, a continuación se presenta una tabla resumen de la infraestructura de pozos actual en el Área Contractual Barcodón, como se muestra en la Tabla 8.1.1-1.

**Tabla 8.1.1-1.-** Lista de pozos dentro y fuera del Área Contractual Barcodón.

Ubicación	Estado	Número de pozos	Observaciones
Dentro del área contractual	Activos	17	
	Inactivos	25	
	Taponados	10	
	Total	52	
Fuera del área contractual	Activos	2	
	Inactivos	3	
	Taponados	3	
	Total	8	



De manera puntual se presentan a continuación el listado de instalaciones que comprende el Área Contractual Barcodón proporcionada por DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V., que comprende pozos, estaciones, líneas de descarga y Oleoducto, así como la infraestructura de producción, las cuales se presentan en las Tablas 8.1.1-2, 8.1.1-3 y 8.1.1-4.

**Tabla 8.1.1-2.- Listado de pozos dentro y fuera del Contractual Barcodón.**

Pozo	Ubicación	Tipo de pozos	Área contractual barcodón		Tipo de hidrocarburo	Fecha de inicio	Fecha de término
			X	Y			
Barcodon-101	Terrestre	Exploratorio	605317.30	2494881.00	Aceite	07/06/1959	10/07/1959
Barco-101	Terrestre	Exploratorio	605317.30	2494881.00	Aceite	08/03/1961	05/04/1961
Barcodón-102	Terrestre	Exploratorio	605933.40	2496999.30	Aceite	07/06/1959	14/09/1959
Barcodón-104	Terrestre	Desarrollo	605963.60	2496249.50	Aceite	16/08/1959	14/11/1959
Barcodón-105	Terrestre	Desarrollo	605933.74	2498599.06	Aceite	13/09/1959	08/11/1959
Barcodón-106	Terrestre	Desarrollo	605947.80	2495362.00	Aceite	29/06/1963	09/07/1963
Barcodón-107	Terrestre	Desarrollo	605928.00	2497779.50	Aceite	29/07/1962	10/08/1962
Barcodón-107d	Terrestre	Desarrollo	605928.00	2497779.50	Aceite	21/08/1968	29/08/1968
Barcodón-108	Terrestre	Desarrollo	606277.10	2497200.50	Aceite	03/02/1960	16/02/1960
Barcodón-109	Terrestre	Desarrollo	606280.70	2496801.80	Aceite	01/01/1960	25/01/1960
Barcodón-110	Terrestre	Desarrollo	605900.10	2496598.50	Aceite	21/09/1961	03/11/1961
Barcodón-111	Terrestre	Desarrollo	605576.60	2496861.40	Aceite	15/11/1959	04/01/1960
Barcodón-112	Terrestre	Desarrollo	605575.20	2497178.80	Aceite	29/09/1962	11/10/1962
Barcodón-113	Terrestre	Desarrollo	605910.20	2497402.00	Aceite	18/08/1962	20/09/1982
Barcodón-114	Terrestre	Desarrollo	605190.60	2496623.80	Aceite	13/11/1959	21/12/1959
Barcodón-116	Terrestre	Desarrollo	605240.00	2496994.60	Aceite	02/09/1960	16/09/1960
Barcodón-118	Terrestre	Desarrollo	605239.20	2497393.30	Aceite	16/03/1960	28/03/1960
Barcodón-119	Terrestre	Desarrollo	605582.90	2497596.50	Aceite	28/09/1960	14/10/1960
Barcodón-121	Terrestre	Desarrollo	606274.40	2497601.00	Aceite	24/02/1960	07/03/1960
Barcodon-122	Terrestre	Desarrollo	604547.59	2496739.47	Aceite	07/04/1960	18/04/1960
Barcodón-123	Terrestre	Desarrollo	606626.00	2497002.00	Aceite	21/11/1961	04/01/1962
Barcodón-124	Terrestre	Desarrollo	606628.80	2496603.00	Aceite	14/11/1962	10/10/1979
Barcodón-126	Terrestre	Desarrollo	605589.50	2496397.10	Aceite	14/08/1960	14/08/1960
Barcodón-128	Terrestre	Desarrollo	605940.10	2495798.50	Aceite	29/10/1963	22/10/1966
Barcodón-129	Terrestre	Desarrollo	606249.80	2496387.30	Aceite	23/10/1962	02/11/1962
Barcodón-130	Terrestre	Desarrollo	606285.40	2496001.00	Aceite	21/01/1964	30/01/1964



Continuación Tabla 8.1.1-2

Pozo	Ubicación	Tipo de pozos	Área contractual barcodón		Tipo de hidrocarburo	Fecha de inicio	Fecha de término
			X	Y			
Barcodón-131	Terrestre	Desarrollo	606619.60	2497804.50	Aceite	02/02/1962	23/02/1962
Barcodón-132	Terrestre	Desarrollo	606622.40	2497402.50	Aceite	09/01/1962	24/01/1962
Barcodón-133	Terrestre	Desarrollo	606630.00	2496203.50	Aceite	11/06/1960	21/06/1960
Barcodón-134	Terrestre	Desarrollo	606968.50	2497605.30	Aceite	23/04/1960	03/05/1960
Barcodón-135	Terrestre	Desarrollo	606970.50	2497206.00	Aceite	17/12/1962	13/12/1962
Barcodón-136	Terrestre	Desarrollo	606973.30	2496805.30	Aceite	10/01/1963	20/01/1963
Barcodón-137	Terrestre	Exploratorio	606975.30	2496405.30	Aceite	24/09/1968	02/10/1968
Barcodón-138	Terrestre	Desarrollo	607310.20	2498209.50	Aceite	01/11/1968	10/11/1968
Barcodón-140	Terrestre	Desarrollo	607660.30	2497609.00	Aceite	23/11/1968	01/12/1968
Barcodón-141	Terrestre	Desarrollo	607313.00	2497807.80	Aceite	11/05/1960	20/05/1960
Barcodón-142	Terrestre	Desarrollo	607700.00	2497300.00	Aceite	28/05/1960	07/06/1960
Barcodón-142d	Terrestre	Desarrollo	607303.30	2496617.00	Aceite	01/12/1968	10/12/1968
Barcodon-143	Terrestre	Desarrollo	606289.70	2497990.80	Aceite	19/02/1963	28/02/1963
Barcodón-143d	Terrestre	Desarrollo	606289.70	2497990.80	Aceite	14/07/1968	28/07/1965
Barcodón-144	Terrestre	Desarrollo	606618.40	2498203.30	Aceite	30/01/1963	07/02/1963
Barcodón-145	Terrestre	Desarrollo	606967.30	2498004.30	Aceite	01/06/1960	14/07/1960
Barcodón-146	Terrestre	Desarrollo	607315.80	2497407.50	Aceite	24/07/1960	04/08/1960
Barcodón-147	Terrestre	Desarrollo	607318.60	2497007.80	Aceite	29/10/1968	17/11/1968
Barcodón-150	Terrestre	Desarrollo	605597.50	2495196.50	Aceite	09/03/1963	24/03/1963
Barcodon-153	Terrestre	Desarrollo	605577.00	2495596.10	Aceite	08/06/1963	18/06/1963
Barcodón-153d	Terrestre	Desarrollo	605577.00	2495596.10	Aceite	16/12/1968	22/12/1968
Barcodón-154	Terrestre	Desarrollo	605944.10	2494998.30	Aceite	22/07/1963	30/07/1963
Barcodón-155	Terrestre	Desarrollo	606287.80	2495601.50	Aceite	08/10/1963	16/10/1963
Barcodón-156	Terrestre	Desarrollo	606290.80	2495201.00	Aceite	05/09/1963	15/09/1963
Barcodón-157	Terrestre	Desarrollo	605599.40	2494795.50	Aceite	18/12/1963	04/01/1964
Barcodón-158	Terrestre	Desarrollo	605254.10	2494594.30	Aceite	14/02/1964	23/02/1964
Barcodón-159	Terrestre	Desarrollo	606615.20	2498553.30	Aceite	02/10/1968	11/10/1968
Barcodón-160	Terrestre	Desarrollo	606962.90	2498407.80	Aceite	30/08/1968	13/09/1968
Barcodón-161	Terrestre	Desarrollo	606318.30	2498389.80	Aceite	04/08/1968	18/08/1965
Barcodón-162	Terrestre	Desarrollo	605885.70	2498223.50	Aceite	24/01/1969	29/01/1969
Barcodón-163	Terrestre	Desarrollo	605579.80	2497999.00	Aceite	18/01/1969	26/01/1969
Barcodón-164	Terrestre	Desarrollo	606635.90	2495802.30	Aceite	07/01/1969	14/01/1969
Barcodón-165	Terrestre	Desarrollo	605951.19	2494599.03	Aceite	24/12/1968	02/01/1969
Barcodón-169	Terrestre	Desarrollo	606637.10	2495404.40	Aceite	09/02/1969	15/02/1969

**Tabla 8.1.1-3.-** Batería de separación Barcodón.

INSTALACIÓN	COORDENADAS UTM WGS84		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	ESTADO
	X	Y		
BATERÍA DE SEPARACIÓN BARCODÓN	606084	2497154	5,000 Barriles	OPERANDO

**Tabla 8.1.1-4.-** Listado de Líneas de Descarga en el Área Contractual Barcodón.

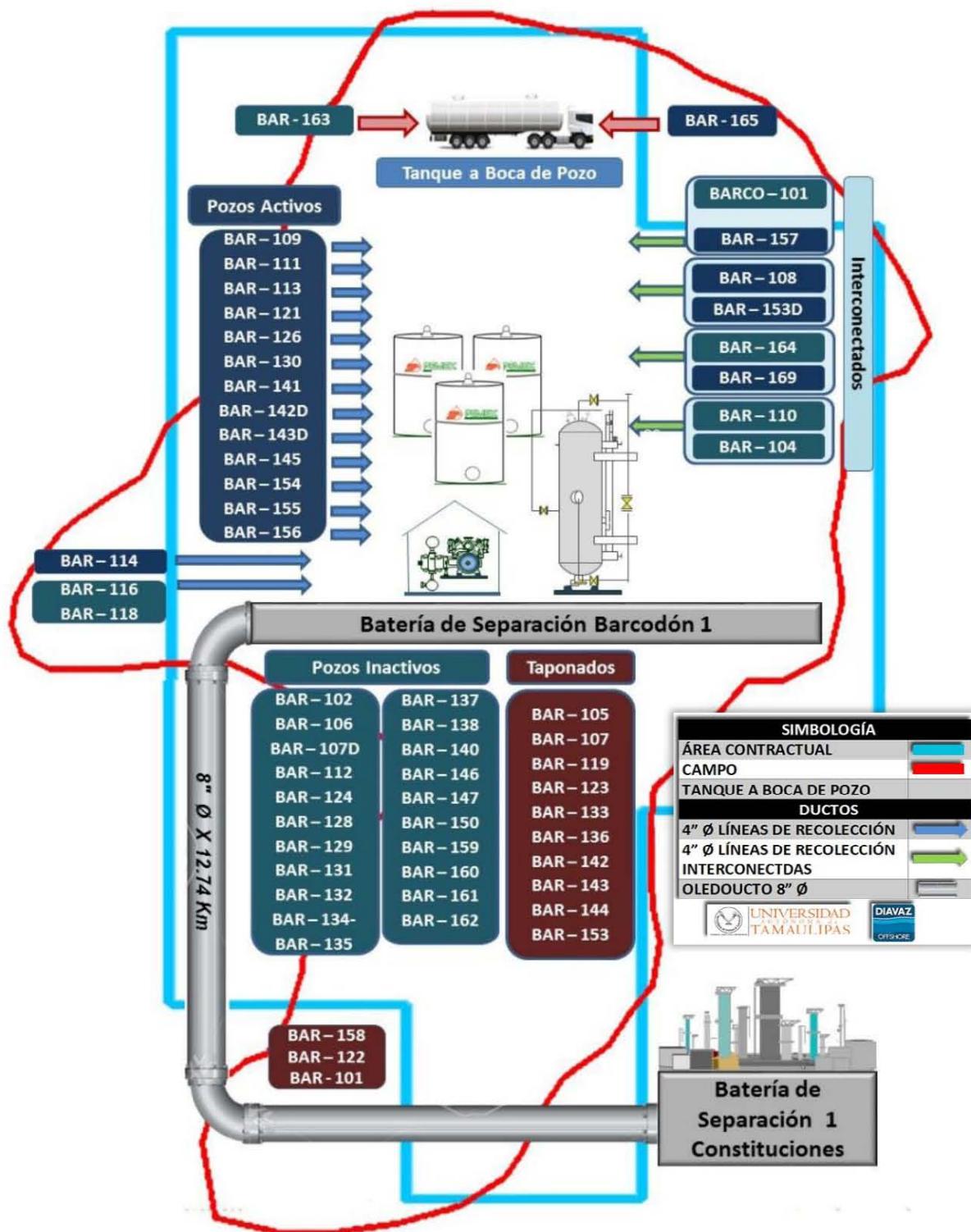
Línea de Recolección (Origen)	Destino	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
BARCODÓN 106	Batería Barcodón	4	1700
BARCODÓN 107D	Batería Barcodón	4	894
BARCODÓN 108	Batería Barcodón	4	410
BARCODÓN 109	Batería Barcodón	4	300
BARCODÓN 110	Batería Barcodón	4	254
BARCODÓN 111	Batería Barcodón	4	726
BARCODÓN 112	Batería Barcodón	4	489
BARCODÓN 113	Batería Barcodón	4	534
BARCODÓN 116	Batería Barcodón	4	824
BARCODÓN 119	Batería Barcodón	4	699
BARCODÓN 121	Batería Barcodón	4	1380
BARCODÓN 123	Batería Barcodón	4	646
BARCODÓN 124	Batería Barcodón	4	706
BARCODÓN 126	Batería Barcodón	4	882
BARCODÓN 129	Batería Barcodón	4	1080
BARCODÓN 130	Batería Barcodón	4	1200
BARCODÓN 131	Batería Barcodón	4	1125
BARCODÓN 132	Batería Barcodón	4	1179
BARCODÓN 133	Batería Barcodón	4	998
BARCODÓN 134	Batería Barcodón	4	1082
BARCODÓN 135	Batería Barcodón	4	1297
BARCODÓN 136	Batería Barcodón	4	942
BARCODÓN 138	Batería Barcodón	4	1600
BARCODÓN 141	Batería Barcodón	4	1784
BARCODÓN 143D	Batería Barcodón	4	1969
BARCODÓN 144	Batería Barcodón	4	1976
BARCODÓN 145	Batería Barcodón	4	1827
BARCODÓN 146	Batería Barcodón	4	1501
BARCODÓN 147	Batería Barcodón	4	650



Continuación Tabla 8.1.1-2

Línea de Recolección (Origen)	Destino	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
BARCODÓN 150	Batería Barcodón	4	2458
BARCODÓN 153D	Batería Barcodón	4	1700
BARCODÓN 154	Batería Barcodón	4	2047
BARCODÓN 155	Batería Barcodón	4	1640
BARCODÓN 156	Batería Barcodón	4	2028
BARCODÓN 164	Batería Barcodón	4	1450
BARCODÓN 169	Batería Barcodón	4	1450
OLD BATERIA BARCODÓN	Batería 1 Constituciones	8	12746

Como parte de los resultados de campo y de la información documental proporcionada por DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V., se procedió a realizar un diagrama de flujo de proceso actual en el Área Contractual Barcodón. En ese sentido en la imagen de la Figura 8.1.1-1, se presenta el arreglo general de la infraestructura existente en su estado actual.



**Figura 8.1.1-1.-** Diagrama general de flujo de proceso del Área Contractual Barcodón.



#### **8.1.1.1.1.2 Descripción del diagrama de flujo de proceso**

El Área Contractual Barcodón ocupa un área de 11 km<sup>2</sup>, en el cual existen 60 pozos perforados (52 pozos dentro del Área Contractual y 8 pozos fuera del Área Contractual) de los cuales 19 están activos, 28 pozos Inactivos y 13 taponados.

Dentro del área contractual Barcodón se presenta un registro de 60 pozos perforados desde 1959 al 2016, de los cuales actualmente se encontraron 17 pozos activos, Barcodón 108, 109, 111, 113, 121, 126, 130, 141, 142D, 143D, 145, 153D, 154, 155, 156, 157, 169 y se determinaron 25 pozos inactivos, Barcodón 102, 104, 106, 107D, 110, 112, 124, 128, 129, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 140, 146, 147, 150, 159, 160, 161, 162, 163, 164; y actualmente presenta 10 pozos taponados Barcodón 105, 107, 119, 123, 133, 136, 142, 143, 144, 153, fuera del área contractual se encuentran 2 pozos activos Barcodón 165 (cuenta con tanque a boca de pozo) y Barcodón 114, 3 pozos inactivos Barcodón 116, 118, Barco 101 y 3 pozos taponados-Barcodón 101, 122, 158; Del conjunto de pozos citados se encuentran 8 pozos compartiendo líneas de recolección (interconectados) siendo Barcodón 108 con 153D, Barcodón 101 con 157, Barcodón 164 con 169, Barcodón 110 con 104.

La producción generada de los pozos, en el área contractual Barcodón, es conducida a través de las líneas de recolección de 4" Ø, que lo interconectan con la Batería de Separación Barcodón 1. Estas líneas llegan a dos patines de recolección, posteriormente es bombeada a través de un Oleoducto de 8" Ø x 12.74 Km. hacia la Batería de Separación Constituciones I la cual se encuentra fuera del área contractual Barcodón.

En este análisis de la operación de las instalaciones que comprende actualmente el Área Contractual Barcodón, se observó, una relación operativa con otros campos desarrollo que circundan el área contractual, lo que corrobora que la región es un área eminentemente petrolera y que está sujeta a problemas de operación y mantenimiento en cualquiera de las etapas de desarrollo de la cadena de valor. Lo anterior significa, que puede existir algún efecto sobre el área contractual Barcodón no atribuibles a sus propias acciones o viceversa. En ese sentido, se presenta en la imagen de la Figura 8.1.1-2 el Área Contractual Barcodón y los campos más cercanos a esta que tienen una relación de operaciones, ya sea por caminos de acceso, ductos u infraestructura de producción. Dichos campos son, el Campo Altamira al Noroeste, Campo Constituciones al Sureste, Campo Tilapia al Sureste.

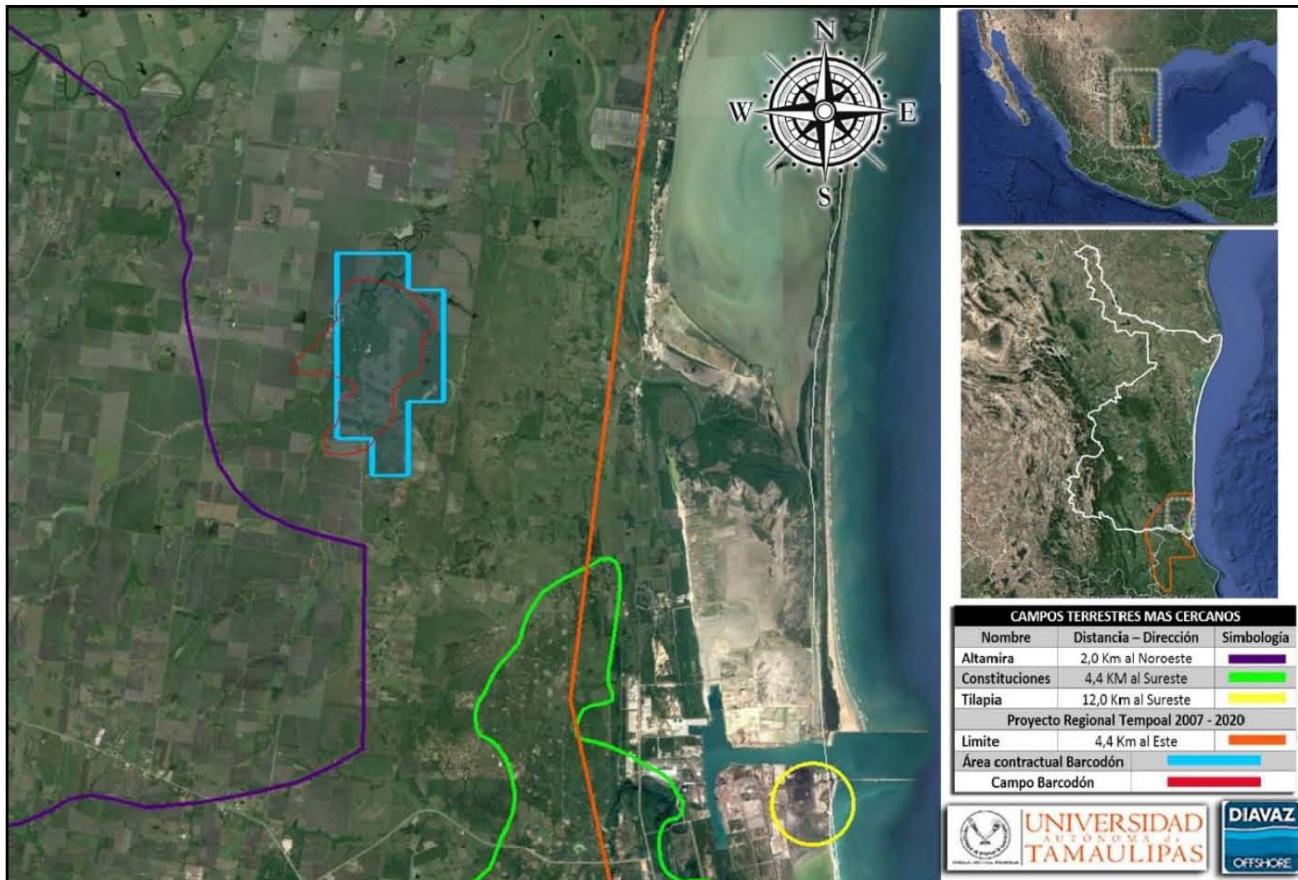


Figura 8.1.1-2.- Área Contractual Barcodón, campos aledaños e infraestructura.

#### 8.1.1.1.3 Identificación de infraestructura existente

Como se mencionó en la metodología, en el apartado de infraestructura existente, se realizó un recorrido de campo tomando en cuenta como primer punto las instalaciones citadas en las Tablas 8.1.1-2, 8.1.1-3 y 8.1.1-4, posteriormente se procedió a hacer el levantamiento de información conforme a las fichas técnicas diseñadas para esta actividad y que se adjuntan a este apartado del documento (Anexo B).



Es importante señalar que la información recabada en las fichas técnicas, fue indispensable la realización de un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual Barcodón, con la finalidad de identificar el estado actual de éstas y aquellos aspectos técnicos que pudieron promover daños a la infraestructura y por ende posibles fugas o derrames de hidrocarburos. Partiendo de este supuesto, aplicó una lista de verificación que tiene que ver con las actividades del sector hidrocarburos, las cuales de alguna forma permitirán hacer un análisis del estado actual de la infraestructura que comprende el área contractual y que a continuación se enlista.

#### **8.1.4      Lista de verificación**

##### **1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.**

Se hace referencia a la imagen de la Figura 3-1 de la cadena de valor del sector hidrocarburos y con la finalidad de observar todas las etapas de desarrollo de un proyecto desde la exploración, explotación y punto de venta de los hidrocarburos. De este modo identificar cualquier detalle técnico de construcción, operación y mantenimiento que pudieran haber generado daños ambientales o preexistentes, sobre algún componente ambiental.

##### **2.- Diagrama de flujo de proceso de las instalaciones del área contractual.**

De acuerdo a los resultados tanto de gabinete como de campo se desarrolló un diagrama de flujo de proceso de la operación de las instalaciones que comprenden el área contractual Barcodón, el cual se muestra en la imagen de la Figura 8-1, dicha imagen y su análisis fue determinante para la identificación de problemas técnicos de operación o mantenimiento reflejados en daños ambientales o preexistentes.

##### **3.- La consideración de la nomenclatura de pozos si es que existen elementos para su aplicación.**

La definición y establecimiento de una nomenclatura de pozos, debe ser uniforme y común en todo el sistema petrolero nacional, antes se realizaba entre los grupos de Exploración e Ingeniería Petrolera (Gerencias y Superintendencias), cuando estas actividades eran regidas por la Subdirección de Producción Primaria. Con los cambios administrativos y de estructuras organizacionales, las funciones, actividades y responsabilidades



relacionadas a las actividades de perforación, terminación y mantenimiento de pozos así como su normatividad no siempre mantuvieron una continuidad o actualización, llegando a ser diferentes en cada Activo o Región, esto generó confusiones, problemas de integración en archivos o sistemas, cuando se presenta intercambio de información o cuando ésta es integrada en las diferentes entidades centralizadoras de información de Pemex o del Gobierno Federal, debido a estas diferencias, se propuso una nomenclatura que uniformice y estandarice la nomenclatura de pozos en todo el sistema de PEMEX Exploración y Producción PEP. Para este trabajo se usaron documentos normativos y planos que fueron editados bajo el esquema de Producción Primaria, que a la fecha son vigentes pero desconocidos, actualizando lo necesario de acuerdo con las prácticas actuales, (*comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002*).

La nomenclatura se divide claramente para actividades exploratorias y de desarrollo.

### 3.1 Pozos Exploratorios y de Desarrollo

En el caso de exploración, el primer pozo que va en busca de una nueva reserva denominado el exploratorio, normalmente lleva un nombre propio seguido del número 1; Ejemplo: Barcodón 101. En caso de que el pozo original tenga un accidente mecánico durante la perforación y sea necesario taponarlo, el equipo de perforación se mueve de 5 a 10 metros, de la posición original, para iniciar otro pozo exploratorio, este tendrá el mismo nombre y número pero se le agregará la letra "A". Así quedaría el Barcodón 101A. En caso de que los accidentes se repitieran y se tuviera que iniciar otros pozos, se usarían las letras A, B, C, y así sucesivamente, exceptuando la letra D ya que ésta se utiliza para definir a los pozos dobles.

#### Sistema Institucional de Pozos Productores de Aceite, Gas y Condensados (PAGAC)

En cuanto a la **estructura del nombre de los pozos**, conviene mencionar otras regulaciones que tiene para su incorporación el sistema institucional de pozos productores de aceite, gas y condensados (PAGAC). En este Sistema se usa la nomenclatura que consta de 3 partes.



- *Nombre del campo*
- *Número*, según la posición de la retícula de yacimientos.
- Un carácter alfabético que tiene el siguiente significado:
  - ❖ La primera letra se obtiene de su posicionamiento en la localización, es decir:

Cuando el número del pozo no tiene literal, se refiere a un solo objetivo en la retícula del yacimiento.

Cuando se tiene una D es un objetivo doble productor en la distribución de varios yacimientos verticalmente, y una T es un triple objetivo productor en la retícula.

- ❖ La segunda letra indica si el pozo tuvo un accidente durante su etapa de perforación, terminación, etc., es decir:

Cuando el número del pozo se acompaña por una letra A, significa que existe un pozo anterior que fue abandonado, taponado y registrado con el mismo número y sin letra para fines contables. Si fuese necesario abandonar y taponar también el pozo A, entonces el siguiente pozo se representa con una B, y así sucesivamente se utilizan las letras en orden alfabético, exceptuando la consonante D, la cual se utilizará cuando un pozo sea doble de otro.

- ❖ La tercera letra indica las ramas por las cuales fluye el pozo, es decir, pozos con terminación múltiple en el mismo yacimiento:

Se asocia una letra inferior I, medio M y superior S para distinguir la rama que fluye de un determinado yacimiento, (*comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002*).

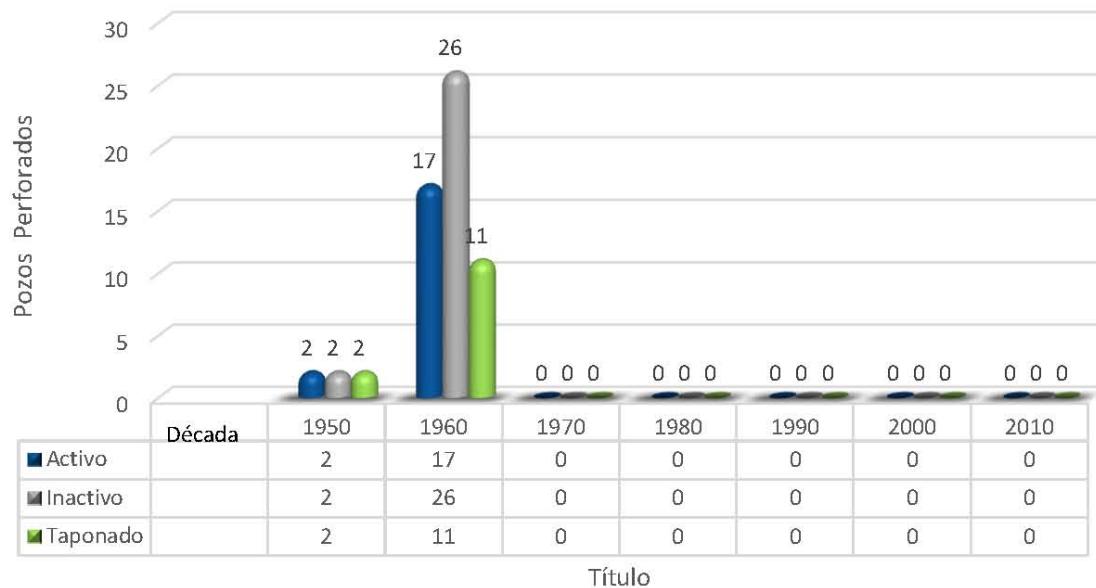
#### 4.- Agrupar los pozos perforados en períodos de 10 años.

Tomando como base la información presentada en la Tabla 8.1.1-2, en el que listan los pozos que comprende el Área Contractual Barcodón identificándose un periodo de actividad de perforación de la década de 1959



a la de 1969 poco más de 10 años de desarrollo como se muestra en la Gráfica 8.1.1-1, periodos de 10 años de actividad de perforación y terminación de pozos; es decir; se perforaron 60 pozos. Cabe señalar que todos ellos se perforaron cuando no existía una regulación en materia de impacto y riesgo ambiental, por lo tanto; pueden ser indiciados de la existencia de daños preexistentes.

### Número de pozos perforados en el periodo 1950-2016 del Área contractual Barcodón



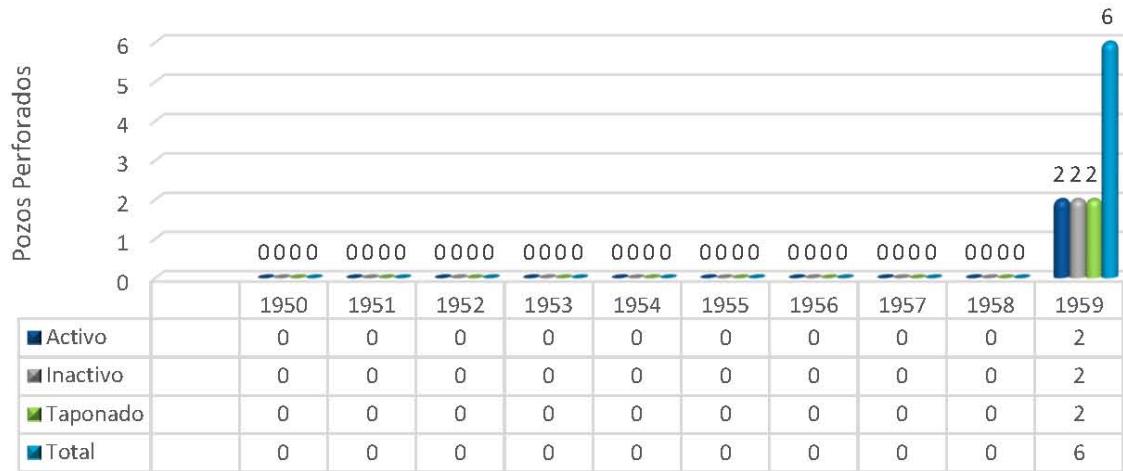
Gráfica 8.1.1-1.- Periodos de 10 años de actividad de perforación en el Área Contractual Barcodón.

#### 5.- Agrupar los pozos perforados por año en cada periodo de 10 años.

En las Gráficas 8.1.1-2 se presenta la secuencia de pozos perforados por años en periodos de 10 años, de este modo para observar en qué periodo se dio la máxima actividad y en qué año; e identificar los daños ambientales y preexistentes potenciales en el Área Contractual Barcodón; la década de los 60's fue la de mayor actividad, en donde se realizó operación, mantenimiento, reparaciones mayores, menores y perforación de pozos; posterior a 1969 no hubo ninguna actividad en el campo Barcodón.

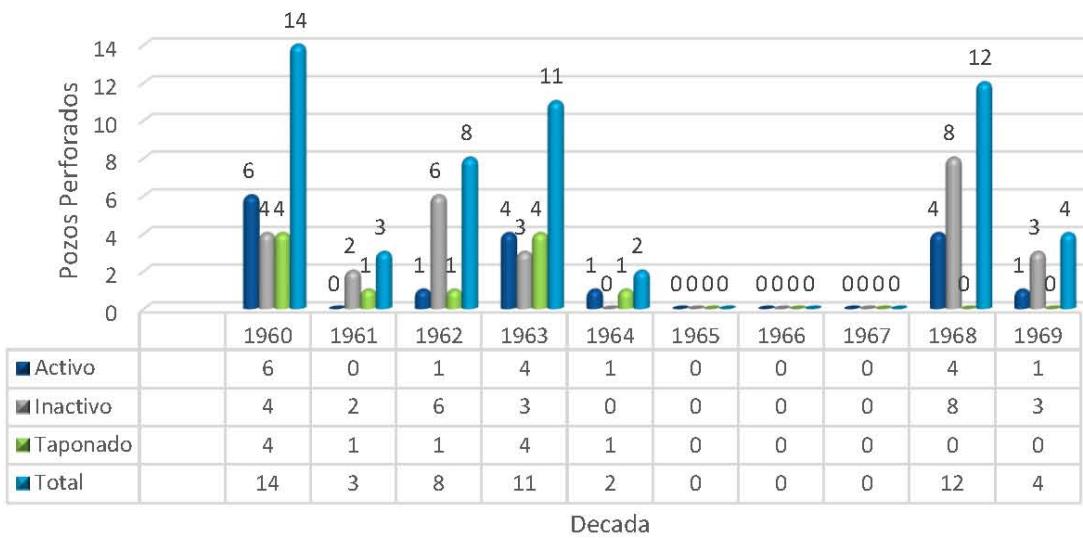


### Número de Pozos Perforados en el Periodo 1950-1959 del Área Contractual Barcodón



Gráfica 8.1.1-2.- Gráfico de comportamiento de pozos en el periodo 1950-1959.

### Número de Pozos Perforados en el Periodo 1960-1969 del Área Contractual Barcodón



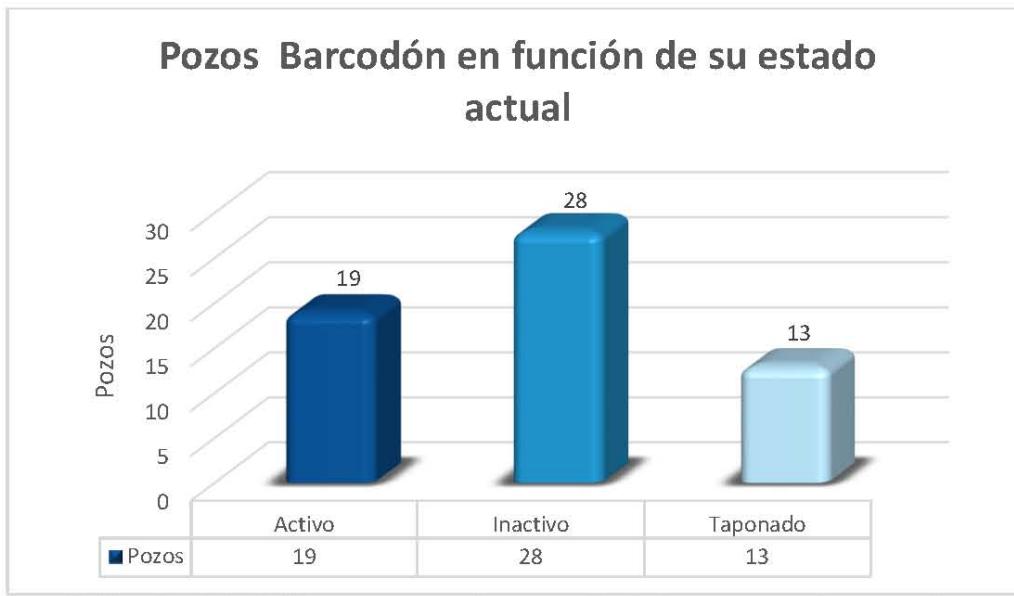
Gráfica 8.1.1-3.- Gráfico de comportamiento de pozos en el periodo 1960-1969.



De acuerdo a los resultados presentados en las Gráficas 8.1.1-2 y 8.1.1-3., se observa que la mayor actividad se dio en los años 1960 con 14 pozos perforados, 1968 con 12 pozos perforados, 1963 con 11 pozos perforados y 1962 con 8 pozos perforados, resultando un 75 % del total de pozos perforados en tan solo cuatro años, lo que pueden indicar que hubo una intensa actividad de movimiento de equipos y personal en toda el campo de desarrollo, es relevante señalar que en ese periodo aún no se contaba con los instrumentos jurídicos para emitir las autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental, no fue sino hasta el año de 1988 que inicio la regulación y normatividad aplicable, posteriormente hasta el año 2008 se expidió la resolución en materia de impacto y riesgo ambiental del “*Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020*” con clave de autorización “**S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08**”

**6.- Clasificar y agrupar los pozos en función de su estado actual.**

En la Gráfica 8.1.1-4, se presenta la agrupación del estado actual de los pozos fuera y dentro del Área Contractual Barcodón, detentándose que de un total de 60 pozos, 19 están en activos o en operación, 28 inactivos o fuera de operación y 13 taponados. Estos resultados son determinantes en la identificación de posibles daños ambientales o preexistentes en el área contractual.



**Gráfica 8.1.1-4.-** Gráfica que muestra la agrupación de los pozos, según su estado actual.



- 7.- Cotejar el listado de pozos publicados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos con respecto de las instalaciones que se supervisarán en campo.

Se corroboró que la información proporcionada por la empresa DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V. coincide con la publicada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos CNH, publicado en la página de la Secretaría de Energía SENER 2013.

- 8.- Realizar un análisis progresivo y acumulado de perforación de pozos por año (impactos acumulados).

Partiendo del análisis que se hizo al inicio de este documento, referente a la conceptualización legal del *Impacto ambiental acumulativo* es "El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente" de acuerdo a este concepto en el área del proyecto existe una serie de actividades que ocurrieron en el pasado durante la perforación y operación de pozos, así como el transporte de hidrocarburos a través de la red de las líneas de conducción, que se observan actualmente y a través del tiempo se han generado impactos acumulativos o *pasivos ambientales* "Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente"<sup>1</sup> que no han tenido atención alguna o no se aplicaron las medidas de mitigación correspondientes por no existir en ese momento una legislación ambiental que regulara dichas acciones y en este sentido se puede decir que no existen impactos residuales según versa el concepto que a la letra dice "*Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*", aquí más bien hay que decir que la recuperación del sistema se ha regido por las condiciones climáticas prevalecientes en la región, aun cuando estas son extremas ha tenido la capacidad de amortiguar dichas acciones. Este análisis, tiene congruencia con la descripción técnica del concepto de impacto acumulativo propuesto por V. Conesa, 2010 el cual lo define como aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción

<sup>1</sup>Artículo 132 párrafo segundo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos DOF. 30-11-2006



del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

De acuerdo con este autor, podemos decir que el tiempo y el espacio de un impacto primario sobre un componente ambiental son determinantes en su permanencia, es decir; que está sujeto a la capacidad del sistema natural para amortiguar cualquier acción antrópica o porque no existen las condiciones ambientales que permitan su recuperación.

Partiendo de estos conceptos técnicos – jurídicos se podrán identificar los impactos acumulativos o también denominados *pasivos ambientales* “*Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente*”<sup>2</sup> generados por el proyecto. Estos tendrían que ser evaluados de manera indirecta en el diagnóstico ambiental, es decir a través; de la inspección en campo aplicando una metodología que permita identificar dichos pasivos ambientales dentro del Área Contractual Barcodón.

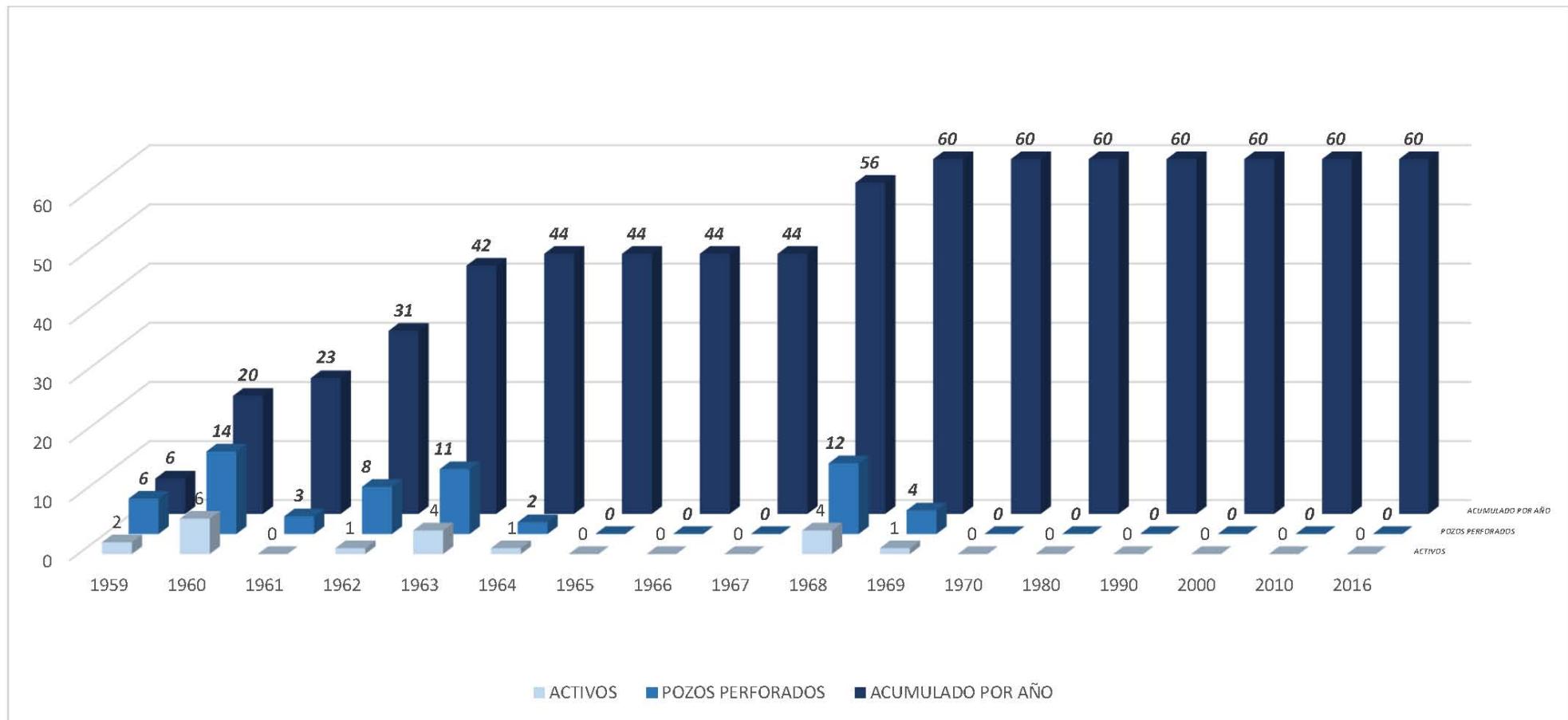
Una vez analizada la información de los pozos en periodos de 10 años, se procedió a realizar un condensado global del Área Contractual Barcodón, el cual se muestra en las Tablas 8.1.1-5, y en la Gráfica 8.1.1-5 donde se puede observar la perforación de pozos acumulado progresivo por año, en un periodo de 50 años. De este modo, se podrá identificar los impactos acumulados o pasivos ambientales existentes.

<sup>2</sup>NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. DOF 29 de marzo del 2005.



**Tabla 8.1.1-5.-** Número de pozos perforados por año y acumulado progresivo en el periodo 1959 - 2016 del Área Contractual Barcodón.

Obras tipo	RELACIÓN DE OBRAS TIPO PERMANENTES / PROYECCIÓN / IMPACTOS ACUMULATIVOS																
	UNIVERSO DE OBRAS PERMANENTES EN EL PERÍODO 1960 -2016																
	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1980	1990	2000	2010	2016
POZOS	6	14	3	8	11	2	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0
ACUMULADO POR AÑO	6	20	23	31	42	44	44	44	44	56	60	60	60	60	60	60	60



Gráfica 8.1.1-5.- Gráfica que muestra la perforación de pozos acumulado progresivo por año en un periodo de 57 años.



**9.- Agrupar las Baterías de Separación e infraestructura adyacente, conforme a su uso y estado actual.**

En cuanto a la infraestructura de producción del área contractual Barcodón, solo se identificó una y es la denominada Batería de Separación Barcodón 1; mencionada en la **Tabla 8.1.1-3** de este documento. Misma que también fue supervisada y analizada en materia de daños ambientales y preexistentes.

La Batería de Separación Barcodón 1 recibe la producción de hidrocarburos generada de los pozos Barcodón, a través de las líneas de recolección que lo interconectan a los dos múltiples de producción (general y de medición), enviando posteriormente la producción al área de separación.

Se cuenta con dos separadores de gas vertical general y de gas vertical de medición, el primero se encuentra en modo “bypass”, en donde la producción llega a la válvula tipo macho de la entrada al separador, la cual se encuentra cerrada para desviarla y omitir el proceso de separación, continuando el flujo al área de tanques; el segundo separador se encuentra desconectado y abandonado en la misma área, por lo que la producción proveniente del colector va directamente al área de tanques; las instalaciones para la separación del gas asociado a la producción se encuentran fuera de servicio y no se cuenta con líneas de conducción en el caso de ser separado; es importante señalar que se cuenta con un tubo de medición del gas, que debería ser separado, el cual se encuentra inactivo, así mismo se cuenta con un quemador inhabilitado, inoperable y en malas condiciones, el cual se encuentra fuera de la batería de separación a una distancia aproximada de 50 m.

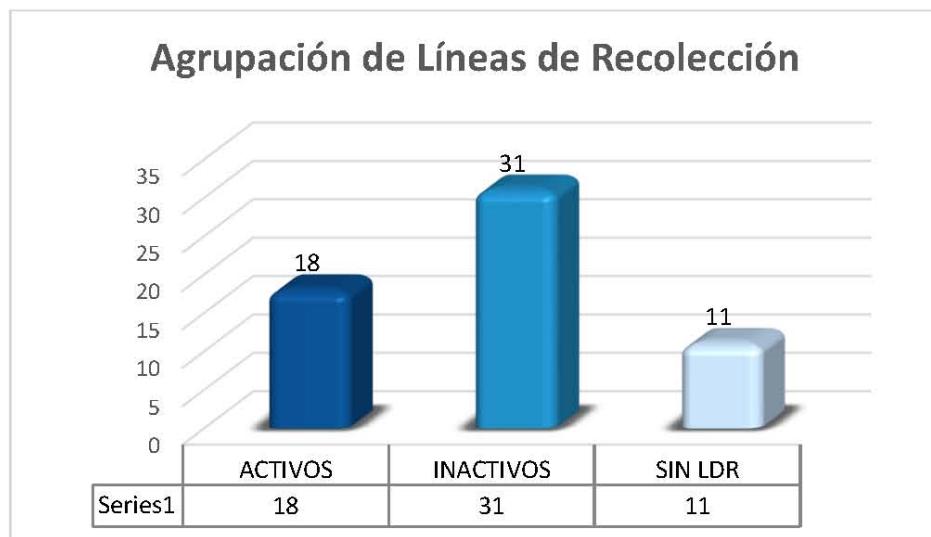
La producción es almacenada en tres tanques de almacenamiento verticales de techo fijo, dos con capacidad de 2,000 barriles (TV-174 y TV-175) los cuales se encuentran dentro de un dique de contención en buen estado; y uno con capacidad de 1,000 barriles (TV-176) fuera del dique de contención, los cuales se encuentran operando.

La producción almacenada es enviada a la Batería 1 Constituciones, a través del Oleoducto de 8" x 12.74 km, fuera del Área Contractual, por medio de un equipo de bombeo (bomba reciproante con motor de combustión interna) la cual se encuentra en el área de trasiego de la Batería Barcodón.



- 10.- Agrupar las líneas de conducción en función del transporte de gas, aceite y agua, así como su estado actual. (Líneas de descarga, gasoductos, oleoductos, acueductos, etc.).

De acuerdo con las inspecciones realizadas para las líneas de descarga del Área Contractual Barcodón cabe mencionar que los recorridos se realizaron para cada pozo enlistado en la Tabla 8.1.1-2., puesto que en décadas pasadas todos pudieron a ver contado con línea de recolección, siguiendo los indicios presentados en campo como derechos de vía, postes tipo r, tuberías expuestas; Explicado estrictamente en el sentido de que cada pozo cuente con su tramo de línea de recolección, no contando compartidas, existen 18 activas, 36 inactivas, 6 pozos sin línea de recolección; como se muestra en la Gráfica 8.1.1-6. Estos resultados son determinantes en la identificación de daños ambientales y preexistentes.



**Gráfica 8.1.1-6.-** Gráfica que muestra la agrupación del estado actual de las líneas de recolección.



11.- Identificar las actividades principales de las obras tipo en función de sus fases de desarrollo, tomando especial atención en la construcción, operación, mantenimiento y abandono.

La información está presentada en la Tabla 8.1.1-9.

12.- Identificar otras actividades del sector primario e industrial dentro del área contractual (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras. La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio de Altamira, estado de Tamaulipas, que presenta INEGI 2015.

En la tabla 8.1.1-6, se presenta un resumen de otras actividades primarias diferentes al sector hidrocarburos, que pueden ser indicadores de daños ambientales.

**Tabla 8.1.1-6.-** Tabla resumen de otros sectores productivos en Altamira y área contractual Barcodón.

Resumen de los sectores productivos en el municipio de Altamira, Tamaulipas						
Unidades de producción y superficie por municipio según desarrollen o no actividad agropecuaria o forestal 2007						
Municipio	Unidades de producción			Superficie en unidades de producción en Ha		
Altamira	Total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal	total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal
	1859	1527	332	115083	86220	28863
Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo, principales cultivos y municipios según disponibilidad de agua Año agrícola 2014 (Hectáreas)						
Cultivo	Superficie sembrada			Superficie cosechada		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	temporal
Soya	32690	0	32690	32499	0	32499
Chile Verde	934	934	0	933	933	0
Cebolla	1155	1155	0	1155	1155	0
Tomate Rojo (Jitomate)	261	261	0	230	230	0
Sandia	72	72	0	52	52	0
Ganadería volumen de la producción de ganado y ave en pie por municipio 2014 (Toneladas)						
Ganado	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Ave	--
	4938	761	79	1	13	---



**13.- Análisis de la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A.-DGIRA.DG.2614.08 del Proyecto Regional Tempoal 2007-2020.**

Previo al desarrollo del análisis a la resolución citada en materia de Impacto y Riesgo Ambiental cabe destacar que el desarrollo del campo comenzó en el año de 1959 con la perforación del primer pozo exploratorio Barcodón 101, continuando diversas perforaciones hasta el año de 1969, un periodo de 10 años, posteriormente no se realizaron actividades de perforación dentro del área contractual y la actividad estuvo limitada a Operación y Mantenimiento, anterior mente se encontraba bajo el APRA y a partir del año 2008 sus actividades se encuentran regidas bajo la resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2614.08 del proyecto Regional Tempoal 2007-2020. Lo anterior, significa que prácticamente todas las actividades realizadas en el área contractual Barcodón; no contaron con una supervisión en materia de impacto ambiental, lo cual las vuelve indiciadas en la identificación de daños preexistentes. Sin embargo, se hace un análisis de la resolución vigente donde se ubica el área contractual y que le aplica en materia de operación y mantenimiento de instalaciones existentes.

A continuación se presenta un resumen de la Resolución S.G.P.A.-DGIRA.DG.2614.08 del Proyecto Regional Tempoal 2007-2020, en el cual se emitieron los términos y condicionantes que se deberán aplicar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono; por componentes ambientales siendo estos la vegetación, fauna, el suelo, la hidrología, atmósfera, los cuales son los indicadores de la calidad ambiental.

En primera instancia se revisó la Resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, en donde se describen las obras tipo que comprende el sector petrolero por fase de desarrollo, es decir; preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, finalmente abandono, la cual se presenta en la Tabla 8.1.1-7. Dicho análisis será el marco de referencia técnico legal para analizar las obras existentes y nuevas, que se pretenden realizar en el Área Contractual Barcodón, así como de los resultados que se obtengan de campo en la inspección de las obras tipo (pozos, estaciones de recolección y gasoductos).



La información presentada en la Tabla 8.1.1-7, se hace hincapié en las etapas de operación, mantenimiento y abandono, ya que es donde se dan las mayores actividades de proceso de perforación de pozos, de la etapa de producción a través de la conducción de los hidrocarburos en fase líquida y gaseosa, así como de agua de yacimiento o congénita, los cuales son separados en las baterías de separación y demás infraestructura de producción que es requerida en la cadena de valor del sector petrolero.



**Tabla 8.1.1-7.-** Matriz de interacción de obras tipo por fase de desarrollo.

Obras tipo	Etapas de desarrollo			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
Prospección Sismológica 2D y 3D	<ul style="list-style-type: none"><li>• Despalme y acondicionamiento.</li><li>• Instalación de campamento y/o dormitorio.</li><li>• Mantenimiento de equipo mecánico.</li><li>• Transporte de maquinaria y personal.</li><li>• Instalación de polvorín conforme a las especificaciones de SEDENA.</li></ul>	No se requiere.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Trazo de red de líneas.</li><li>- Acondicionamiento de línea.</li><li>- Perforación de pozos de tiro y cargado de explosivos.</li><li>- Detonación de explosivos.</li><li>- Registro de datos sísmicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desmantelamiento de campamento.</li><li>- Transporte de equipo y maquinaria.</li><li>Limpieza de brechas.</li><li>- Revisión y tapado de pozos.</li><li>Rehabilitación, restauración, reforestación con especies nativas, y pago de afectaciones.</li></ul>
Perforación de pozos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selección del Sitio.</li><li>• Despalme y limpieza.</li><li>• Nivelación del terreno.</li><li>• Compactación.</li><li>• Construcción de caminos de acceso.</li><li>• Transporte de equipo de infraestructura.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Instalación de campamento y letrinas.</li><li>Transporte de material y equipo.</li><li>Delimitación de la localización.</li><li>Construcción de plataforma y contrapozo.</li><li>Construcción canal perimetral.</li><li>Instalación de campamentos.</li><li>Instalación de laboratorios de análisis de muestras.</li><li>Instalación de centro de telecomunicaciones y cómputo.</li><li>Instalación de la torre de perforación.</li><li>Armado y uso de barrena.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Perforación del pozo.</li><li>Inyección de fluidos de perforación.</li><li>Extracción de barrena y toma de registros convencionales.</li><li>Cementación de tuberías de revestimiento.</li><li>Obtención fluidos de perforación.</li><li>Instalación de las bombas de fluidos de perforación.</li><li>Toma de muestras de perforación.</li><li>Desfogue y quema de productos del pozo.</li><li>Desmantelamiento campamento.</li><li>Instalación de cabezales y árbol de válvulas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limpieza del sitio y zonas aledañas.</li><li>- Recuperación de tubería de revestimiento.</li><li>- Taponamiento (cementación) del pozo.</li><li>Restauración del sitio de acuerdo con las especificaciones de la NOM-115-SEMARNAT-2003.</li></ul>
Obras de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"><li>Despalme y limpieza del terreno.</li><li>Trazo y nivelación.</li><li>Compactación.</li><li>Construcción de terraplenes.</li><li>Transporte de personal y equipo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Trazo y nivelación.</li><li>Cercado o bardado.</li><li>Cimentaciones.</li><li>Instalación de tanques de almacenamiento.</li><li>Instalación de tuberías.</li><li>Instalación de drenajes de tipo industrial, pluvial y sanitario.</li><li>Señalamientos.</li><li>Instalaciones eléctricas.</li><li>Instalación de cabezales y válvulas.</li><li>Instalación de quemadores ecológicos.</li><li>Instalación de separadores trifásicos</li><li>Instalación de líneas trampas de diablos</li><li>Instalación de cabezales de baja, media y alta presión.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Recepción de hidrocarburos.</li><li>Separación de gas y condensados.</li><li>Mantenimiento de caminos de acceso.</li><li>Transporte de materiales y equipos.</li><li>Mantenimiento preventivo y correctivo.</li><li>Mantenimiento a quemadores.</li><li>Mantenimiento a instalaciones eléctricas.</li><li>Envío de gas y condensados a los puntos de venta.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Desmantelamiento de instalaciones.</li><li>Obras de modernización para continuar con la operación normal.</li><li>Saneamiento y limpia del terreno.</li></ul>



## 8.2 Inspección de instalaciones que comprende el Área Contractual Barcodón

### 8.2.1 Pozos

Con base en los datos presentados en las Tablas 8.1.1-9 y 8.1.1-10, se realizó un análisis detallado de las instalaciones, para ello se acordó con DIAVAZ OFF SHORE S.A.P.I. de C.V., para la clasificación de los pozos inspeccionados, en función del grado de hallazgos (resultados de las fichas técnicas de cada pozo), que tienen que ver con impactos acumulado y de seguridad basado en un juicio de expertos. En ese sentido, se definieron tres niveles de afectación alto, medio y bajo. Bajo este criterio se identificaron 15 pozos con el nivel bajo (color verde), 11 pozos con nivel medio (amarillo) y 34 pozos con nivel alto (rojo). La escala de afectación va de los que tienen menos presencia de hidrocarburos u otros contaminantes, residuos de manejo especial y falta de mantenimiento a la instalación que comprende cada pozo, dicha información se puede apreciar en la Tabla 8.1.1-10 y Gráfica 8.1.1-6. En el Anexo C la Tabla de Excel con el listado de pozos, los hallazgos y calificación de afectación. Esta información se puede corroborar en el Anexo D Fotográfico de pozos.

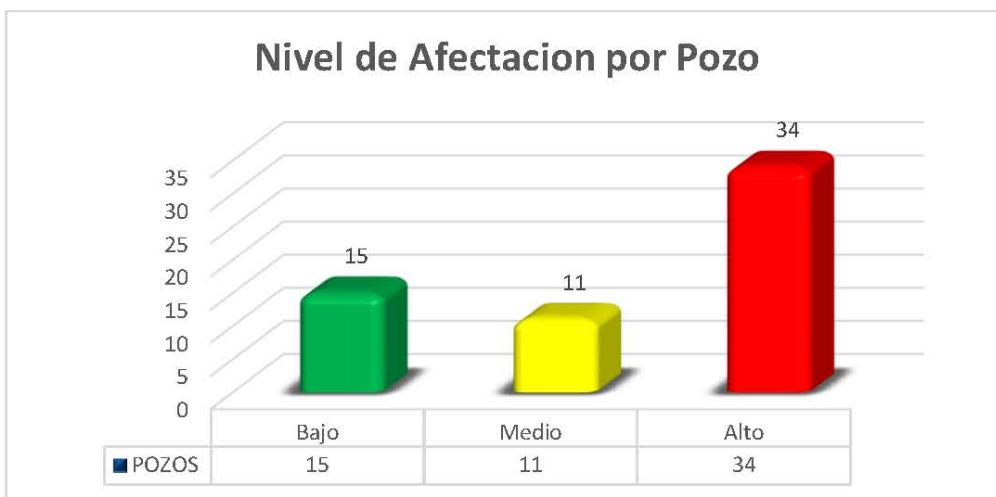
Es importante mencionar que los hallazgos de pozos con nivel alto son de los pozos Barcodón 101 el cual presenta hidrocarburo intemperizado dentro del cuadro de maniobras, posibles presas de quema con impacto visual, Barcodón 102, Barcodón 106, Barcodón 124, Barcodón 126, Barcodón 129, Barcodón 131, Barcodón 135, Barcodón 136, Barcodón 142D, Barcodón 146, Barcodón 147, Barcodón 150, Barcodón 153D, Barcodón 154, Barcodón 155, Barcodón 156, Barcodón 161, Barcodón 162, presentaron hidrocarburo intemperizado dentro del cuadro de maniobras, Barcodón 108 presenta derrame de hidrocarburo en periferia del árbol de válvulas e hidrocarburo intemperizado en diversas partes del cuadro de maniobras así como posibles presas de quema con impacto visual, Barcodón 109 presenta hidrocarburo intemperizado dentro de cuadro de maniobras, montículos de tierra con hidrocarburo intemperizado y posible presa de quema con impacto visual, Barcodón 110 presenta montículo de hidrocarburo intemperizado, Barcodón 112 presenta agua con trazas de hidrocarburo en periferia del árbol de válvulas, Barcodón 116 presenta posible presa de quema con impacto visual, Barcodón 119 presenta posible presa de quema con impacto visual, Barcodón 121 presenta derrame de hidrocarburo debajo de porta estrangulador y montículo con hidrocarburo



intemperizado, Barcodón 128 presenta hidrocarburo intemperizado dentro del cuadro de maniobras y residuos peligrosos, Barcodón 132 presenta derrames de hidrocarburo en su cuadro de maniobras y montículo con hidrocarburo intemperizado, Barcodón 134 tierra impregnada con hidrocarburo en periferia de contrapozo, Barcodón 137 presenta hidrocarburo intemperizado en suelo y en montículos, así como posible presa de quema con impacto visual, Barcodón 141 presenta montículo de tierra impregnada con hidrocarburo en la periferia del árbol de válvulas, Barcodón 143D presenta derrame de hidrocarburo en periferia del árbol de válvulas, Barcodón 157 presenta fauna muerta en cuadro de maniobras, Barcodón 163 presenta derrame de hidrocarburo en periferia del árbol de válvulas así como montículos de hidrocarburo intemperizado y posible presa de quema con agua e impacto visual, Barcodón 164 presenta fuga por pase de válvula maestra, hidrocarburo intemperizado y posible presa de quema con agua e impacto visual, Barcodón 165 presenta derrame de hidrocarburo a un costado del tanque de boca a pozo y posibles presas de que sin agua con impacto visual; y finalmente el Barcodón 169 presenta montículo de material con hidrocarburo intemperizado. Este análisis demuestra falta de mantenimiento a los arboles de válvulas de los pozos señalados, por lo tanto; es de vital importancia darle atención a dichos detalles.

**Tabla 8.1.1-8.-** Niveles de afectación por grupo de pozos.

Nivel de afectación	Total Pozos
Alto	34
Medio	11
Bajo	15
Total	60



Gráfica 8.1.1-7.- Niveles de afectación por grupo de pozos

Como se podrá observar tanto en la Tabla 8.1.1-8 y Gráfica 8.1.1-7, los mayores hallazgos son de mantenimiento de los árboles de válvulas, presencia de hidrocarburo intemperizado, no cuenta con contrapozos, manchas de hidrocarburo en cuadros de maniobras, gran cantidad de vegetación tanto en los cuadros de maniobra como en la periferia del árbol de válvulas. Otro aspecto relevante detectado, es que las instalaciones han perdido parte de sus estructuras de protección, tales como: cercado perimetral, guardaganchados, barandales de protección, que probablemente se deban al vandalismo de la región, por lo tanto es indicador de poca inspección y vigilancia. En cuanto a manejo de residuos peligrosos y de manejo especial se consideran como impactos acumulados aunque en menor grado, ya que; han permanecido en el tiempo y no se le ha dado la atención requerida, ver Anexo D Fotográfico de pozos inspeccionados en campo. Lo anterior se puede confirmar con la información presentada en la Tabla 8.1.1-9 y Gráfica 8.1.1-7.

Tabla 8.1.1-9 - Factores de afectación en pozos

FACTOR DE AFECTACIÓN	NÚMERO
Atmosfera	0
Fauna	1
Hidrología	6
Mantenimiento	834
Suelo	95
Total de afectaciones	936



**Gráfica 8.1.1-8.- Niveles de afectación en pozos.**

De acuerdo a este análisis, se puede decir que se hallaron evidencias relevantes de pasivos ambientales a simple vista dentro de las instalaciones y periferia de los 60 pozos supervisados. Sin embargo, no hay que dejar de lado, que las instalaciones supervisadas coexisten con otras actividades socioeconómicas de la región las cuales han cambiado el uso del suelo a otras actividades como la agrícola y ganadera que pueden borrar de manera parcial las evidencias de hidrocarburos u otros residuos inherentes a esta actividad. Cabe señalar, que existen otras evidencias que dan constancia de la actividad petrolera en el pasado, siendo estas las presas de quema que sirvieron durante la perforación, terminación, operación y mantenimiento de pozos en el desfogue de condensados, agua congénita, recortes de perforación y otros residuos peligrosos, que aún permanecen acumulados en el espacio y tiempo o en el mejor de los casos ya fueron restauradas.

### 8.2.2 Infraestructura de producción (Batería de Separación)

El Área Contractual Barcodón, cuenta solo con una Batería de Separación Barcodón 1, los resultados de la inspección de campo se presentan en la Tabla 8.1.1-10 y Gráfica 8.1.1-9, en las cuales se señalan las anomalías encontradas en dicha infraestructuras de producción, es importante señalar que es evidente la falta de mantenimiento en dicha batería, se encontraron hallazgos considerados como altos que van desde

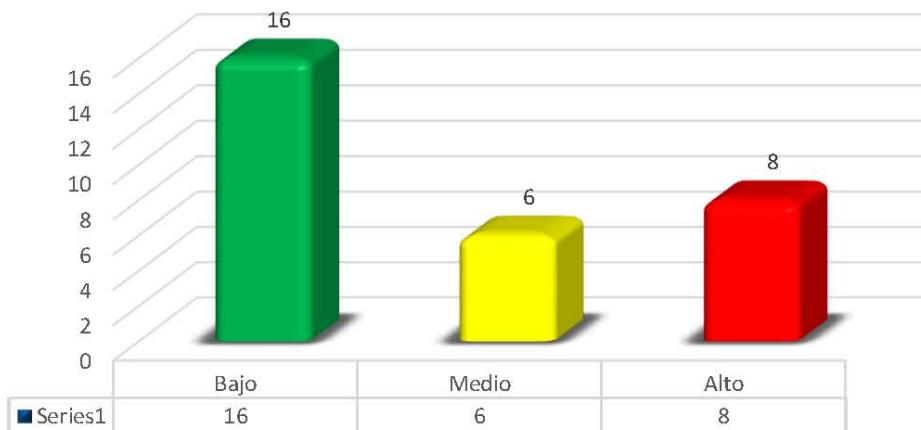


residuos peligrosos, rupturas de líneas de descargas, derrame de hidrocarburo, hidrocarburo intemperizado, amplias manchas de hidrocarburos en parte del cuadro de maniobras, así como filtraciones en bombas de trasiego, los cuales requieren de limpieza conforme al protocolo de saneamiento (Tabla 8.1.1-10 y Gráfica 8.1.1-9). Ver Anexo D Fotográfico de Estaciones.

**Tabla 8.1.1-10.- Niveles de afectación en Batería de Separación.**

Niveles de afectación	Cantidad
Bajo	16
Medio	6
Alto	8
Total	30

**Niveles de afectación en la estación de recolección**



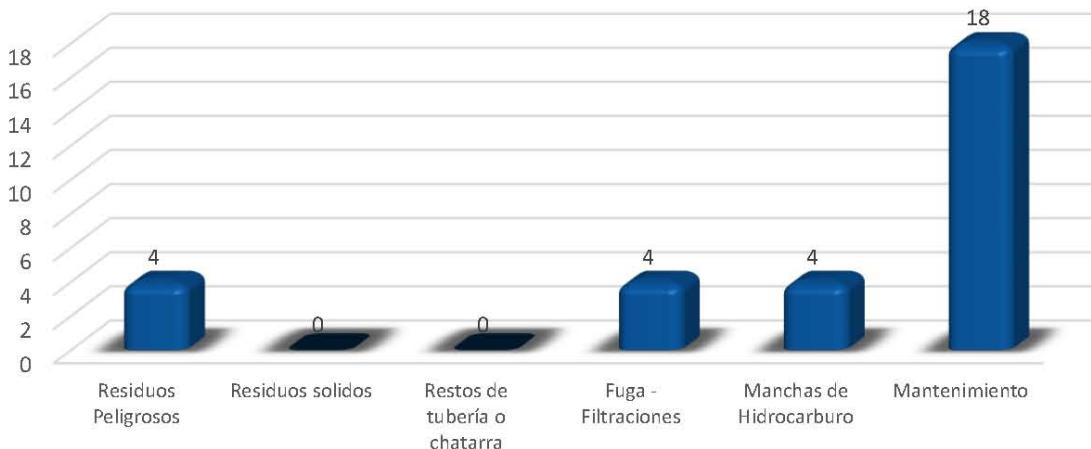
**Gráfica 8.1.1-9.- Niveles de afectación en la estación de recolección**



**Tabla 8.1.1-11.-** Concentrado de hallazgos en estaciones de recolección Barcodón.

HALLAZGOS	NÚMERO
Residuos Peligrosos	4
Residuos sólidos	0
Restos de tubería o chatarra	0
Fuga - Filtraciones	4
Manchas de Hidrocarburo	4
Mantenimiento	18
TOTAL	30

**Hallazgos de la batería**



**Gráfica 8.1.1-10.- Hallazgos de las Batería de separación Barcodón.**

### 8.2.3 Sistemas de conducción (Líneas de Descarga)

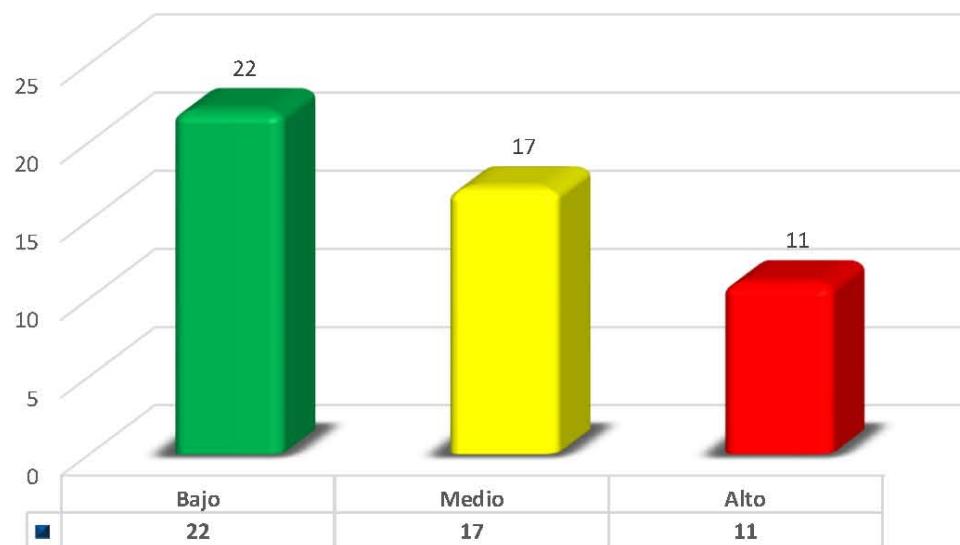
En la Tabla 8.1.1-12, y Gráfica 8.1.1-11, se presentan los niveles de afectación por Línea de descarga y Oleoducto, se puede observar que los niveles de afectación son bajos; es decir, se detectaron 22 hallazgos de bajo nivel, 17 de medio nivel y 10 de nivel alto, que pueden ser subsanados con un plan de mantenimiento de líneas y derechos de vía.



Tabla 8.1.1-12.- Total de niveles de afectación en Líneas y Oleoducto.

Niveles de afectación	Tipo de obras.		Total
	Líneas	Oleoducto	
Bajo	22	0	22
Medio	17	0	17
Alto	10	1	11
Subtotal	49	1	50

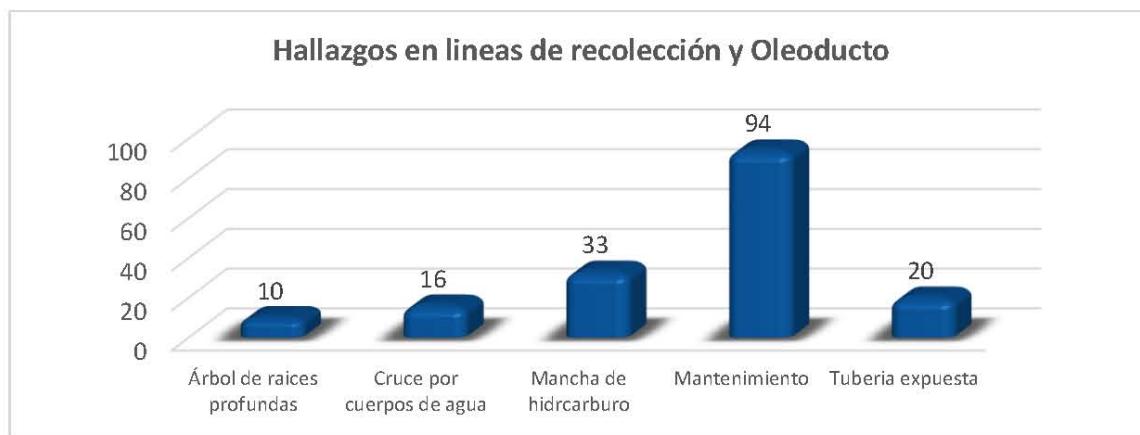
Nivel de afectación en Líneas de Recolección y Oleoducto



Gráfica 8.1.1-11.- Niveles de afectación en Líneas de descarga y Oleoducto.

Tabla 8.1.1-13.- Listado hallazgos detectados en Líneas de Descarga y Oleoducto

HALLAZGOS	NÚMERO
Árbol de raíces profundas	10
Cruce por cuerpos de agua	16
Mancha de hidrocarburo	33
Mantenimiento	94
Tubería expuesta	20
Total	173



Gráfica 8.1.1-12.- Hallazgos detectados en ductos inspeccionados.

Finalmente señalar que la supervisión en campo de las líneas de descarga y Oleoducto, fue únicamente con el objetivo de identificar evidencias de pasivos ambientales. Sin embargo, es recomendable realizar la inspección de ductos conforme a la **NOM-027-SESH-2010 Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos: Administración de integridad: Proceso que incluye la inspección de los sistemas de transporte de hidrocarburos, evaluación de las indicaciones obtenidas de las inspecciones, caracterización de las indicaciones, evaluación de los resultados de la caracterización, clasificación por defecto y severidad y la determinación de la integridad del ducto mediante técnicas de análisis**. De esta forma adquirirá valor técnico legal los resultados que se obtengan y deslindar cualquier inconformidad entre las partes involucradas.

### 8.3 Cumplimiento de términos y condicionantes a los Resolutivos Proyecto Tempoal

A manera de referencia se realizó un análisis de recapitulación de la infraestructura del Área Contractual Barcodón, con respecto de la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental del **Proyecto Integral Tempoal**, en los cuales se emitieron los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia.

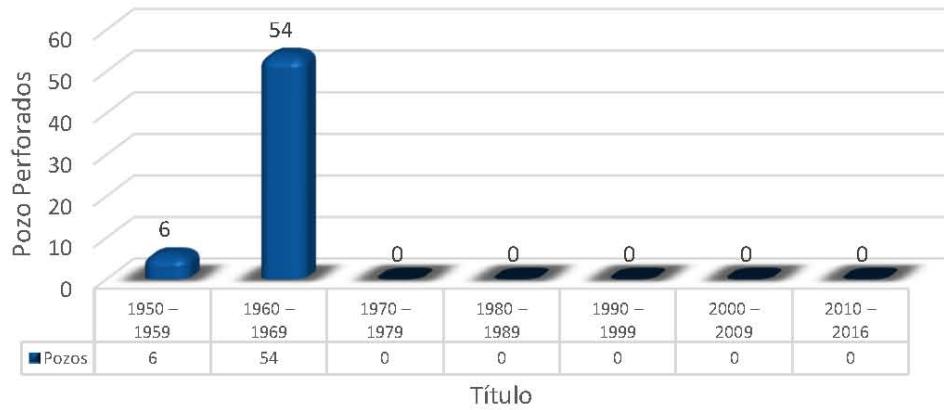


Para dicho análisis se elaboró una línea de base de la infraestructura que tiene a su resguardo con respecto de la normatividad en materia de impacto y riesgo ambiental, es decir; que se partió de las resoluciones que en materia de impacto ambiental cuenta de 1988 a 2016. A continuación se presenta dicho análisis en la Tabla 8.1.1-14 y Gráfica 8.1.1-13.

**Tabla 8.1.1-14.- Análisis de las resoluciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Área Contractual Barcodón.**

Periodo	Infraestructura y normatividad ambiental aplicable Área Contractual Barcodón		
	Antes de 1988	1988 - 2007	2008 - 2022
	No existía normatividad en la materia	Resoluciones puntuales en materia ambiental	Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020”
1950 – 1959	6	----	----
1960 – 1969	54	----	----
1970 – 1979	----	----	----
1980 – 1989	----	----	----
1990 – 1999	----	----	----
2000 – 2009	----	----	----
2010 – 2016	----	----	----
TOTAL	60	----	----

**Infraestructura y normatividad ambiental aplicable Área Contractual Barcodón**



**Gráfica 8.1.1-13.- Periodos de realización de obras conforme a la normatividad aplicable**



## 8.1.2 Aspectos abióticos

### 8.1.2.1 Climatología

La climatología es una herramienta importante de las investigaciones en ecología y recursos naturales, está relacionada en su totalidad con la meteorología que estudia el clima y estado del tiempo respectivamente, además de que a partir del clima se distribuyen los organismos, comunidades, ecosistemas y los biomas. En las características climáticas de una región, se encuentran intrínsecas las posibilidades de desarrollo de las interacciones entre organismos. Estas interacciones se pueden entender a partir de los dos principales elementos del tiempo y el clima: la temperatura del aire y la precipitación pluvial. Lo anterior motiva y hace necesario incluir en los estudios mencionados, a la climatología (Bautista et Al. 2004).

El clima es la síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área dada, caracterizada por las estadísticas basadas en un período largo de las variables referentes al estado de la atmósfera en dicha área (OMM, 1990).

Con base a la definición anterior el clima es el estado medio del tiempo en donde los elementos son el resultado de la interacción de factores climáticos (latitud, altitud, orografía, circulación general de la atmósfera, distribución de continentes y océanos así como las corrientes marinas). De esta manera las variables climáticas y los elementos nos permiten definir así como caracterizar el clima de un área determinado además, de ser considerados como benéficos o limitantes en las obras que se pretenden realizar en el proyecto.

Por lo anterior el clima es un componente ambiental importante donde se desarrollan las actividades del Área Contractual Barcodón, por lo que es fundamental conocer los elementos y distribución de las condiciones que prevalecen en él y, prevenir riesgos por precipitación, temperatura, dirección y velocidad de vientos entre otros la variabilidad espacial, temporal e interrelacionada.



### 8.1.2.1.1 Metodología

Las principales fuentes de información para la caracterización climática del Área Contractual Barcodón se obtuvieron los datos de normales climatológicas de la Estación El Barranco (28130), Tamaulipas, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de donde se obtuvieron las variables de: temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evaporación, niebla, tormentas eléctricas y granizo. La dirección y velocidad del viento se utilizó la Estación Agro climática El Triunfo, Municipio de Altamira, Tamaulipas de la Red de Estaciones del INIFAP. Para determinar el tipo de clima del Área Contractual se consideró la carta de climas escala 1: 1,000 000, de acuerdo a Köppen modificado por E. García (INEGI, 1982). En cuanto a la trayectoria y frecuencias de huracanes se utilizó la base de datos del Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida del período 1950-2009.

En la Tabla 8.1.2.1-1, se presentan los datos de ubicación de las Estaciones Climatológicas y Agro climáticas utilizados como referencia para el estudio.

**Tabla 8.1.2.1-1.-** Localización geográfica de las Estaciones utilizados para la caracterización del Área Contractual Barcodón.

Estación climatológica	Latitud	Longitud	Altitud/msnm
Estación El Barranco (28130) (1)	22° 33' 57"	097° 54' 18"	134
El Triunfo (2)	22° 29' 50.3"	98° 01' 0.8"	ND

(1) Comisión Nacional de Agua, CONAGUA.

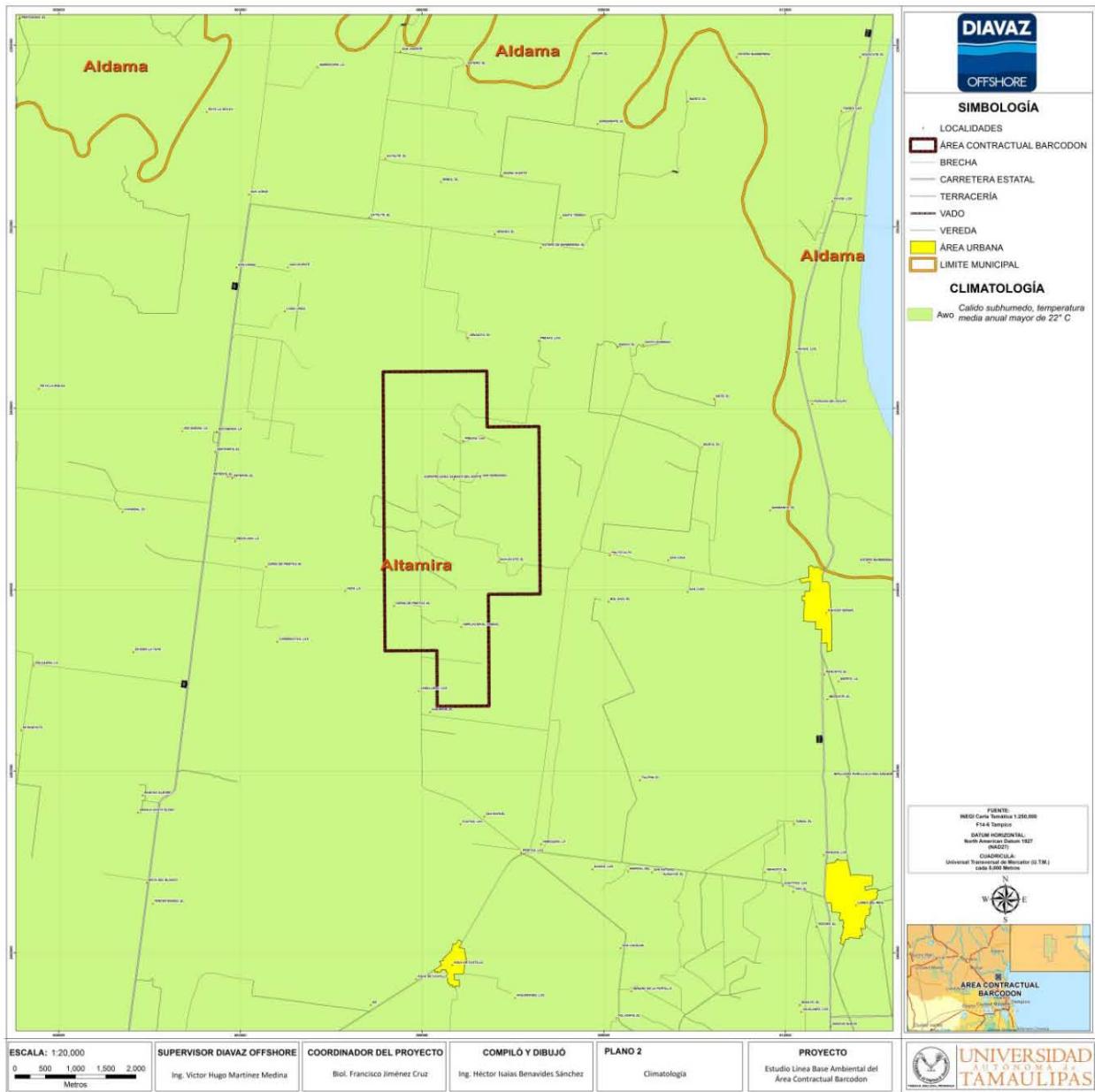
(2) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP.



**Figura 8.1.2.1-1.-** Ubicación Estación Climatológica El Barranco (CONAGUA) y Agroclimatológica El triunfo (INIFAP) para la caracterización del Área Contractual Barcodón.

### 8.1.2.1.2 Tipo de clima

En el Plano 3 y Figura 8.1.2.1-2 se presenta el tipo de clima característico del proyecto, de acuerdo con Köppen modificado por E. García (INEGI, 1982), el Área Contractual Barcodón pertenece al Aw0 es decir, cálido subhumedo de los menos húmedos, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; con régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% del total anual.



**Figura 8.1.2.1-2.-** Clima característico del Área Contractual Barcodón.



### 8.1.2.1.3 Temperatura

El promedio de temperatura máxima anual, para el área de estudio, es de 29,5°C, la mínima promedio anual es de 19,5°C y la temperatura promedio de 24.5°C, como se aprecia en la Tabla 8.1.2.1-2.

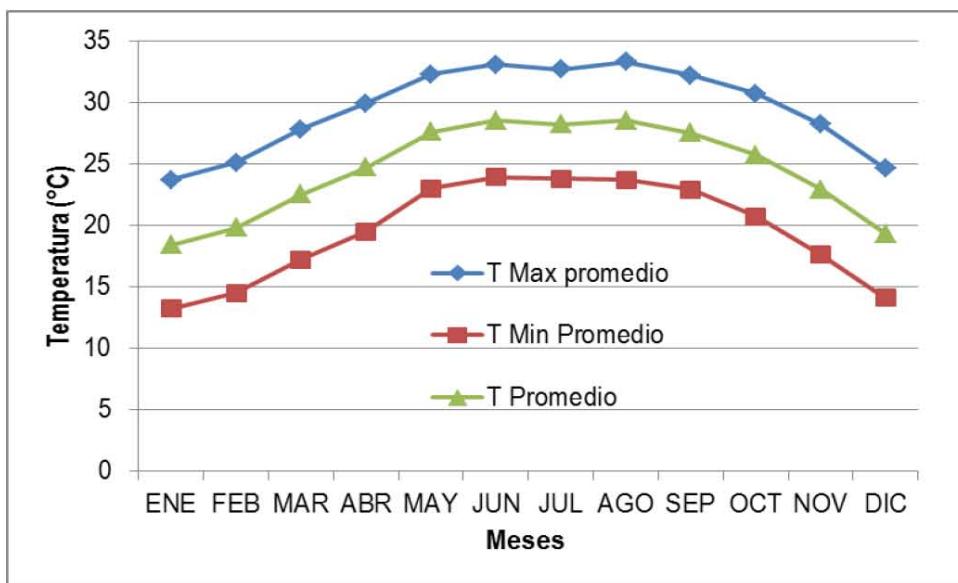
**Tabla 8.1.2.1-2.-** Temperaturas promedio mensuales y anuales de la Estación Climatológica El Barranco, para el periodo 1981-2010.

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
El Barranco	Máxima	23.7	25.1	27.8	29.9	32.3	33.1	32.7	33.3	32.2	30.7	28.2	24.6
	Mínima	13.2	14.5	17.2	19.5	23.0	23.9	23.8	23.7	22.9	20.7	17.6	14.1
	Media	18.4	19.8	22.5	24.7	27.6	28.5	28.2	28.5	27.5	25.7	22.9	19.3

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

La temperatura máxima extrema registrada en la Estación El Barranco, ocurrió en mayo el 24 de Agosto del 2000 con 49,0°C; la mínima con -4,5°C el 24 de diciembre de 1989. Como puede observarse la oscilación de temperaturas extremas es muy amplio 53,5°C.

En la Gráfica 8.1.2.1-1, muestra el comportamiento de la marcha anual de las temperaturas promedio mensuales en la Estación El Barranco, en donde se observa que las temperaturas mínimas y menores a 20°C ocurren en la temporada invernal; en tanto que las temperaturas más elevadas y mayores de 25°C se registraron en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

**Gráfica 8.1.2.1-1.-** Temperaturas máxima, mínima y media mensual de la Estación Climatológica El Barranco, Tamaulipas para el período 1981-2010.

#### 8.1.2.1.4 Precipitación

La precipitación promedio anual del área de influencia, es de 978,0 mm, la máxima mensual promedio es de 561,0 en septiembre mm y la mínima promedio con 67,5 mm en el mes de enero (Tabla 8.1.2.1-3).

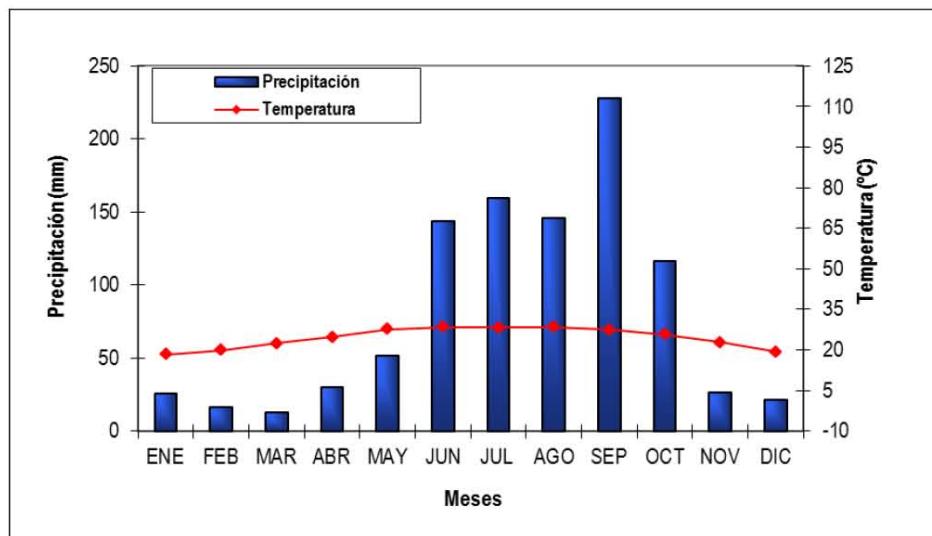
La precipitación máxima mensual histórica en la Estación El Barranco ocurrió en septiembre de 1988, con 561,0mm; y el día con más lluvia en 24 horas ocurrió el 01 de agosto de 1990 con 212,0mm; el mes y día con las precipitaciones máximas históricas han ocurrido en los meses con temporada de huracanes.

**Tabla 8.1.2.1-3.-** Precipitación promedio mensual, anual de la Estación Climatológica El Barranco para el período 1981 - 2010.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
El Barranco	25.9	16.2	12.6	29.8	51.6	143.7	159.8	146.0	227.9	116.7	26.2	21.6	978.0

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

En la Gráfica 8.1.2.1-2, se presenta el climograma de la Estación Climatológica El Barranco para el periodo de 1981 a 2010, los meses con menor precipitación son: enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre, en tanto que la época de lluvias ocurre a partir de junio a octubre; la máxima precipitación ocurre en septiembre debido a la temporada de huracanes, presenta solo cinco meses con recarga de agua al suelo. Es importante resaltar un periodo seco dentro de la época de lluvias, el cual indica presencia de canícula en el mes de agosto.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

**Gráfica 8.1.2.1-2.-** Climograma para la Estación Climatológica El Barranco para el periodo 1981- 2010.

### 8.1.2.1.5 Evaporación

En la Gráfica 8.1.2.1-3, se puede apreciar la evaporación promedio mensual en el área de influencia de la Estación el Barranco, en donde las mínimas ocurren en la época invernal ansiado a escasa precipitación con valores inferiores a 100mm y las máximas se presentan en los meses de mayo a octubre agudizado en mayo con 157.5mm.

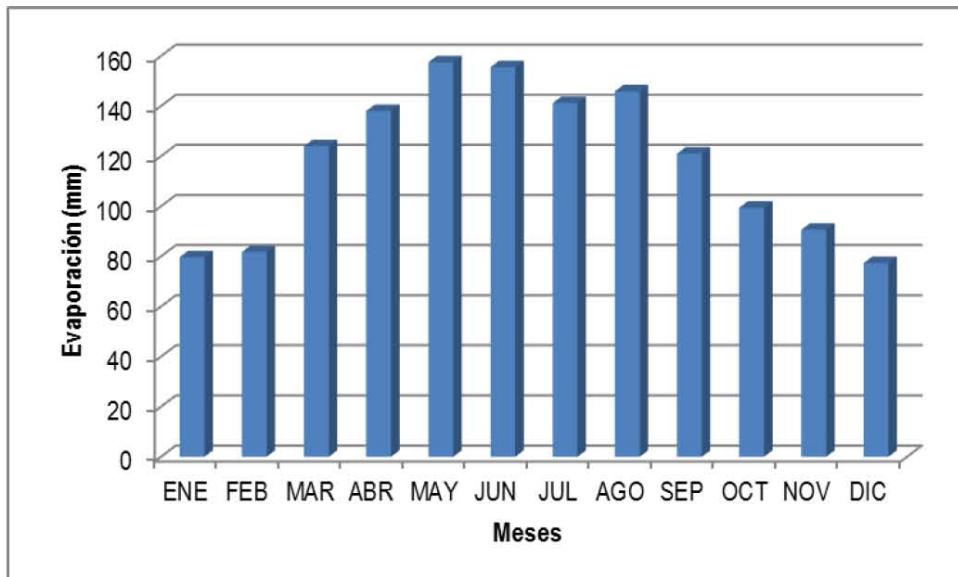


**Tabla 8.1.2.1-4.-** Evaporación promedio mensual, anual de la Estación Climatológica El Barranco.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
El Barranco	79.7	81.7	124	138	157.5	155.5	141.2	145.9	121	99.4	90.6	77.3	1,411.80

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

Al comparar los promedios de evaporación con respecto a la precipitación anual, se observa que la taza de evaporación excede en 44.3% a la precipitación.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

**Gráfica 8.1.2.1-3.-** Evaporación promedio mensual de la Estación Climatológica El Barranco.

#### 8.1.2.1.6 Humedad relativa

La humedad relativa es la proporción de vapor de agua real el aire comparado con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a temperatura dada en el sitio así mismo indica la proximidad a la saturación, representado de en porcentaje de 0-100 en donde el cero indica aire totalmente seco y 100 ambiente 100 saturado con presencia de rocío en las mañanas.



**Tabla 8.1.2.1-5.-** Evaporación promedio mensual, anual de la Estación Agro climatológica El Triunfo, Altamira para el año 2015.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
El Triunfo	85.38	83.99	85.83	83.12	82.34	80.55	80.43	75.91	79.79	79.31	81.03	76.47	81.18

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2015.

### 8.1.2.1.7 Intemperismos severos

#### 8.1.2.1.7.1 Frecuencia de tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas en el área de influencia de la Estación Climatológica El Barranco en un periodo de 30 años. Indica que sólo se han registrado en el mes de marzo con 0.2. Lo cual es considerado como nulo.

#### 8.1.2.1.7.2 Niebla

La presencia de este fenómeno en el área de influencia de la Estación el Barranco no cuenta con registros.

#### 8.1.2.1.7.3 Frecuencia de granizadas

La presencia de granizadas en el área de influencia de la Estación El Barranco, los registros indican que solo ocurren en los meses de febrero con 0.2, marzo con 0.1 y diciembre con 0.1 días al año. El cual es considerado como nulo.

#### 8.1.2.1.7.4 Dirección y velocidad de vientos

En la Tabla 8.1.2.1-6, se reportan las velocidades máximas, promedio mensuales y dirección del viento que predomina en el área de influencia de la Estación Agroclimática El Triunfo, del año 2015, las velocidades oscilan de 3,47 a 6,55 km/h y un promedio anual de 5,02 km/h. Las velocidades máximas llegan a los 29,3 Km/h en el mes de abril y mínimas de 19,0 km/h en el mes de enero. La dirección promedio anual de los vientos dominantes proviene del oeste con 240,52 grados.

**Tabla 8.1.2.1-6.-** Velocidades máximas, promedio mensuales en km/h, de la Estación Agroclimática El Triunfo del año 2015.

Mes	El Triunfo			
	V máxima	DV máxima	Promedio V	Promedio DV
Enero	19.0	77.7(E)	4.06	229.25(SO)
Febrero	23.2	44.1(NE)	5.19	200.53(S)
Marzo	25.4	18.8(N)	5.29	223.93(SO)
Abril	29.3	76.2(E)	5.8	202.96(SO)
Mayo	26.8	92.9(E)	6.55	326.74(NO)
Junio	25.9	168.8(S)	5.57	263.36(O)
Julio	20.8	141(SE)	5.73	261.5(O)
Agosto	22.9	75.5(E)	5.64	245.54(SO)
Septiembre	21.9	56.8(NE)	4.93	280.66(O)
Octubre	21.5	39.8(NE)	4.19	136.11(SE)
Noviembre	22.6	7.9(N)	3.47	238.13(SO)
Diciembre	21.5	14.3(N)	3.87	234.23(SO)
Promedio			5.02	240.52 (SO)

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2015.

#### 8.1.2.1.7.5 Trayectorias y frecuencias de huracanes

El Golfo de México se caracteriza por ser una zona expuesta a los fenómenos meteorológicos en este caso, los huracanes tropicales ocasionados por las intensas depresiones atmosféricas que se generan en la zona intertropical de convergencia y, que a su vez generan vientos en torbellino de gran magnitud, cabe mencionar que en el Área Contractual Barcodón predominan la incidencia de huracanes con categorías uno a tres es decir, se alcanzan velocidades de hasta 208 km/h, tormentas tropicales con velocidades igual a 118 km/h y en menor proporción las depresiones tropicales menor a 62 km/h (Figura 8.1.2.1-3) .

De acuerdo a los registros estadísticos; indican que catorce fenómenos (tres huracanes de categoría uno, uno de categoría 2, dos de categoría 3, cuatro tormentas tropicales y cuatro depresiones tropicales) han tocado o acercado en el Área Contractual Barcodón en un período de 59 años de acuerdo al Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida, (Tabla 8.1.2.1-7).



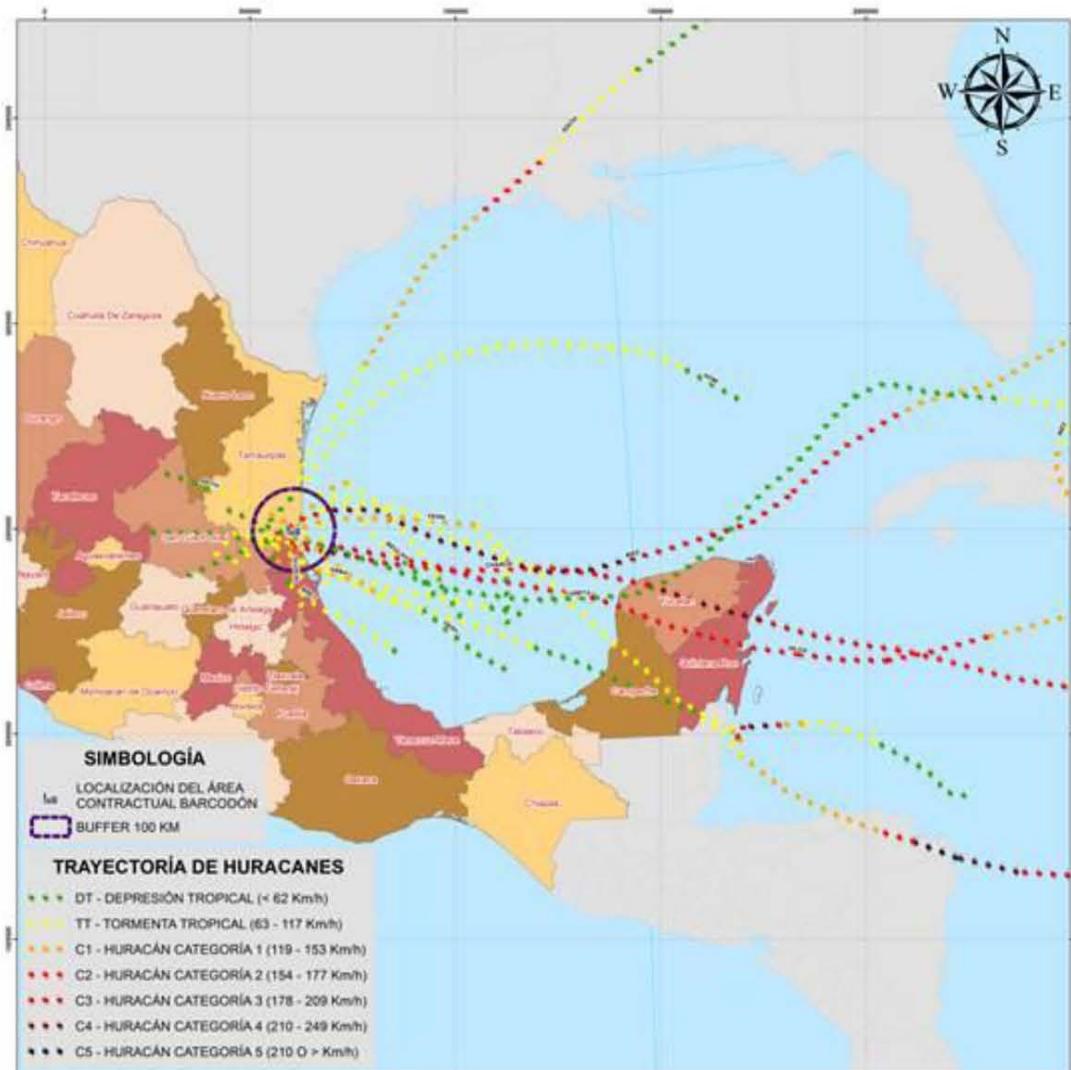
**Tabla 8.1.2.1-7.-** Tormentas, depresiones tropicales y Huracanes registrados en el Área de influencia, para los años 1950-2009.

Año	Mes	Nombre	Categoría
2005	Julio	Gert	TT
2005	Junio	Bret	DT
2000	Octubre	Keith	C-1
1971	Septiembre	Edith	DT
1970	Octubre	Greta	DT
1967	Octubre	Fern	C-1
1966	Octubre	Inez	C-3
1959	Junio	Beulah	TT
1956	Julio	Anna	C-1
1955	Septiembre	Hilda	C-2
1955	Septiembre	Gladys	TT
1951	Agosto	Cherie	C-3
1951	Septiembre	George	TT
1950	Octubre	How	DT

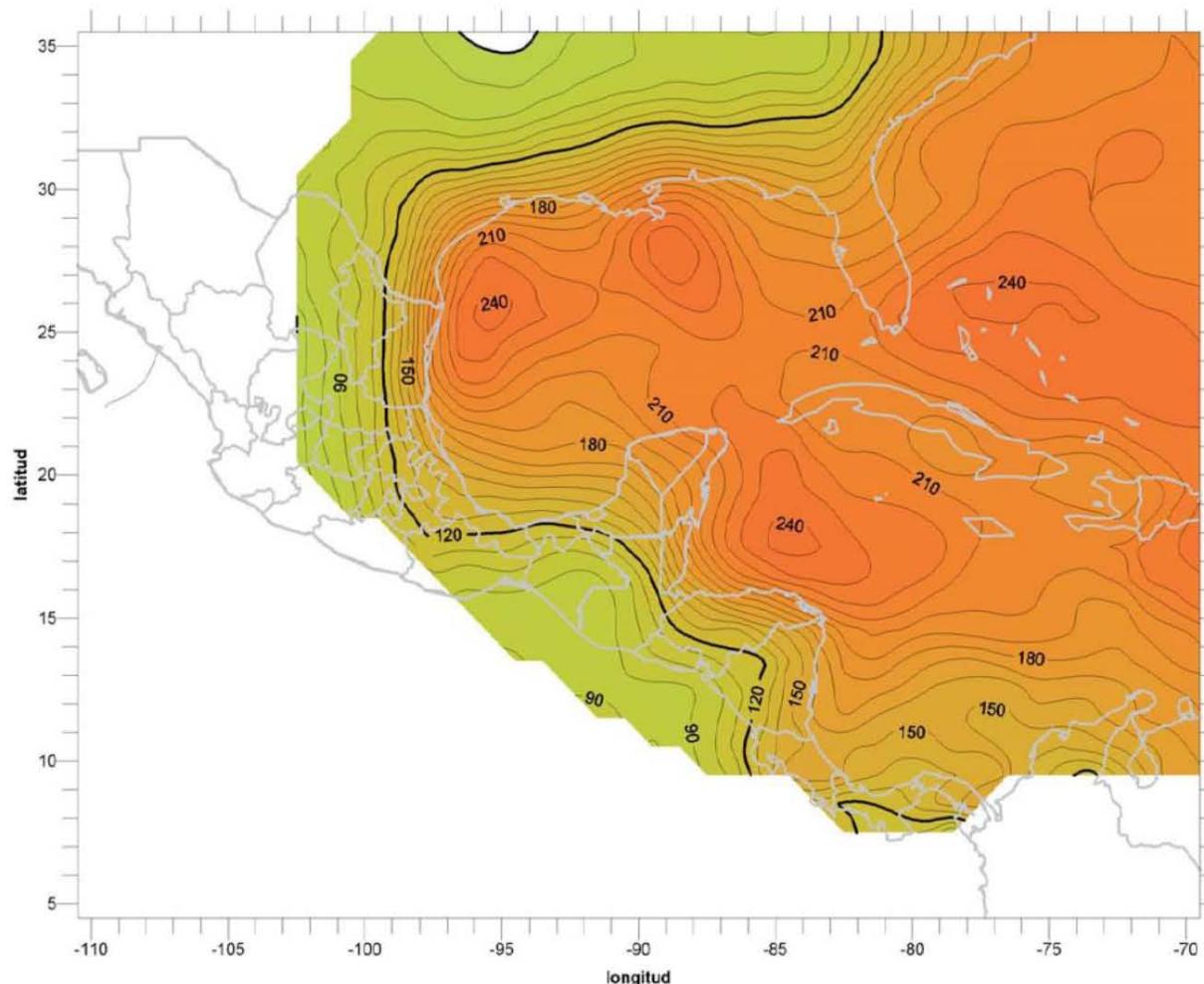
Fuente: Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida, USA. 2009.

**Tabla 8.1.2.1-8.-** Escala de Huracanes Saffir-Simpson, del Centro Nacional de Huracanes.

Clave	Nombre	Velocidad
DT	Depresión tropical	Menor de 62 km/h
TT	Tormenta Tropical	63-118 km/h
C1	Categoría 1	119-153 km/h
C2	Categoría 2	154-177 km/h
C3	Categoría 3	178-208 km/h
C4	Categoría 4	209-251 km/h
C5	Categoría 5	Más de 252 km/h



**Figura 8.1.2.1-3.-** Ubicación del sitio del proyecto, con respecto a la Trayectoria de huracanes que tocaron o se acercaron a menos de 100 km al Área Contractual Barcodón.



**Figura 8.1.2.1-4.-** Velocidad de vientos máximos sostenidos en km/h de ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).

Por lo anterior, la probabilidad de un riesgo por incidencia de altas velocidades de viento en la trayectoria del proyecto es alta es decir, se esperan depresiones, tormentas tropicales y huracanes de categoría uno a cuatro alcanzando velocidades de 208 km/h, que ratifica la Figura 8.1.2.1-4.



## Calidad del aire

Es el “estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados, cuyos niveles máximos de concentración se establecen en las normas oficiales mexicanas y que son catalogados por un índice estadístico atendiendo sus efectos en la salud humana”, de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Diario Oficial de la Federación, 18 de junio de 2012.

La mala calidad del aire tiene un impacto negativo en el desarrollo social y económico, afectando la competitividad económica de los países. La mala salud resultante de la contaminación del aire cuesta billones de dólares anualmente, a nivel mundial, en costos médicos y pérdida de productividad.

Los contaminantes del aire se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos (EEUU), con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Actualmente el término “contaminantes criterio” ha sido adoptado en muchos países. Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente.

El monitoreo de la calidad del aire se debe llevar a cabo de una manera continua para poder observar los cambios en las concentraciones de los contaminantes con el tiempo, y se define como el conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua y sistemática las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire. Esto lo hace diferente al muestreo y análisis de contaminantes.



El monitoreo sirve de herramienta para la identificación y evaluación de problemas de la calidad del aire (OMS, 2000). El monitoreo, junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, son parte integral de la gestión de la calidad del aire.

Una estación de monitoreo consiste en una caseta que contiene, como se mencionó, diversos equipos, como analizadores automáticos, monitores, sensores meteorológicos, entre otros, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos; con la finalidad de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

El objetivo del monitoreo es determinar, de fondo, la calidad del aire en el Área Contractual Barcodón y su zona de influencia; durante un período de 24 horas continuas.

### Contaminantes criterio

#### *Material particulado (PM10 y PM2.5)*

Es una mezcla de partículas sólidas y líquidas minúsculas, que se encuentran en el aire que respiramos. Del material particulado, las partículas “finas” o más pequeñas (aquellas con un diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros o PM2.5) son especialmente dañinas, puesto que pueden penetrar profundamente en los pulmones, donde pueden causar inflamación y empeoramiento de condiciones cardíacas o pulmonares; lo que puede ocasionar una muerte prematura. Las partículas tienen distintos tamaños y formas, y pueden formarse a partir de cientos de diferentes químicos, algunos de los cuales poseen propiedades carcinogénicas. Algunas partículas, conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente por una fuente, por ejemplo, los automóviles, autobuses y camiones de carga, industrias, ciertos comercios, obras de construcción, vías sin pavimentar, chimeneas, humo de cigarrillo o incendios. Otras, nombradas partículas secundarias, son formadas por medio de complicadas reacciones en la atmósfera, a partir de otros químicos emitidos por plantas de generación de energía, industrias y automóviles. Además de sus impactos en la salud, las partículas contienen una gran proporción de carbón negro (u hollín), el cual es el componente del material particulado que más luz absorbe e, igual que otros



contaminantes que afectan la salud, es formado en la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa; aunque es un contaminante de corta vida, esto es, permanece en la atmósfera por sólo una a cuatro semanas, sus efectos en el clima son de carácter primordialmente regional.

#### *Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)*

Es un gas que, en altas concentraciones, puede irritar las vías aéreas de los pulmones, empeorando los síntomas de aquellas personas que sufren enfermedades pulmonares. También contribuye a la formación de ozono troposférico y material particulado fino. Es formado como resultado de la quema de combustibles fósiles a temperaturas altas. Sus principales fuentes de emisión son los automóviles y otras fuentes móviles, y las calderas de las plantas de generación de energía. Otras fuentes pueden abarcar las calderas industriales, la manufactura de vidrio, las refinerías de petróleo y la manufactura de ácido nítrico. Algunas fuentes naturales o biogénicas de óxidos de nitrógeno incluyen relámpagos, incendios forestales, incendios de pastizales, árboles, arbustos, grasas y levaduras.

#### *Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)*

Como el NO<sub>2</sub>, es un gas que puede exacerbar los síntomas de aquellos individuos que sufren enfermedades respiratorias o cardíacas. Es primordialmente formado en la combustión de combustibles fósiles en las plantas generadoras de energía y en otras instalaciones industriales, así como en fuentes móviles en un menor grado; y por consiguiente es un problema en algunas áreas urbanas e industriales.

#### *Monóxido de carbono (CO)*

El monóxido de carbono se forma durante la combustión incompleta del material orgánico. En altas concentraciones puede provocar asfixia, debido a que la hemoglobina de la sangre tiene una gran afinidad por este compuesto, compitiendo con el oxígeno durante la respiración. La exposición prolongada a concentraciones moderadas puede provocar desde dolor de cabeza hasta la pérdida del conocimiento. La presencia de monóxido de carbono en altas concentraciones dentro de espacios cerrados y con poca ventilación, puede provocar una intoxicación grave e incluso la muerte.



## Normatividad

Las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental (NOM), establecen los límites máximos permisibles para la protección de la salud pública contra los daños ocasionados por la contaminación. Su creación, revisión y actualización es competencia de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal. Los límites se definen de acuerdo a la evidencia científica sobre los efectos de la contaminación en la salud humana.

En el monitoreo de la calidad del aire se emplean dos tipos de normas: las NOM de salud ambiental que establecen los límites permisibles para los contaminantes criterio, y las NOM técnicas que definen los métodos de medición de los contaminantes criterio.

Todo el proceso de monitoreo de la calidad del aire se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Diario Oficial de la Federación, 18 de junio de 2012.

Los valores que se toman como referencia para comparar los obtenidos por el monitoreo, son los establecidos en las siguientes normas (Tabla 8.1.2.1-9):

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2010.



NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación, 4 de agosto de 2014.

**Tabla 8.1.2.1-9.-** Niveles máximos permisibles para los parámetros a monitorear.

Contaminante	Norma	
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm Promedio móvil de ocho horas
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	NOM-022-SSA1-2010	0,110 ppm Promedio de 24 horas 0,025 ppm Promedio anual 0,200 ppm Promedio de ocho horas
Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	NOM-023-SSA1-1993	0,210 ppm Promedio horario, máximo una vez al año
PM-10	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 horas 40 µg/m <sup>3</sup> Como promedio anual
PM – 2.5	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m <sup>3</sup> Como promedio de 24 horas 12 µg/m <sup>3</sup> Como promedio anual

Los métodos aplicados para la medición de los parámetros monitoreados son los establecidos en las siguientes normas (Tabla 8.1.2.1-10):

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.



Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

NOM-038-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

**Tabla 8.1.2.1-10.-** Métodos analíticos utilizados.

Parámetro	Método de evaluación	NORMA Oficial Mexicana
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Fluorescencia	NOM-038-SEMARNAT-1993
Monóxido de carbono (CO)	Infrarrojo no dispersivo	NOM-034-SEMARNAT-1993
Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Quimioluminiscencia	NOM-037-SEMARNAT-1993
Partículas suspendidas totales (PST)	Muestreo de alto volumen	NOM-035-SEMARNAT-1993
Partículas suspendidas finas (PM-10 y 2.5)	Muestreo de bajo volumen	Dichotomus sampler Method EPA Reference RFPS-0789-073

### Calidad del aire a nivel regional

En materia de monitoreo de la calidad del aire, en la zona sur del estado de Tamaulipas sólo se tiene la estación de monitoreo de Partículas PM-10 “Policía Metropolitana” en Tampico.

De acuerdo con el Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, las concentraciones asociadas al percentil 98 de los promedios de 24 horas de PM10 se mantuvieron idénticas al valor límite (120 µg/cm<sup>3</sup>), para dicha estación.

Con respecto al límite anual, éste se mantuvo por debajo del nivel normado ( $50 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ ).

### Comportamiento temporal

Con relación al comportamiento temporal de las partículas PM-10 durante los meses del año en Tampico se observa que las concentraciones de PM10 muestran una tendencia decreciente entre febrero y junio y después empiezan a experimentar un incremento hasta alcanzar su máximo en el mes de septiembre. Línea verde en la Figura 8.1.2.1.5.

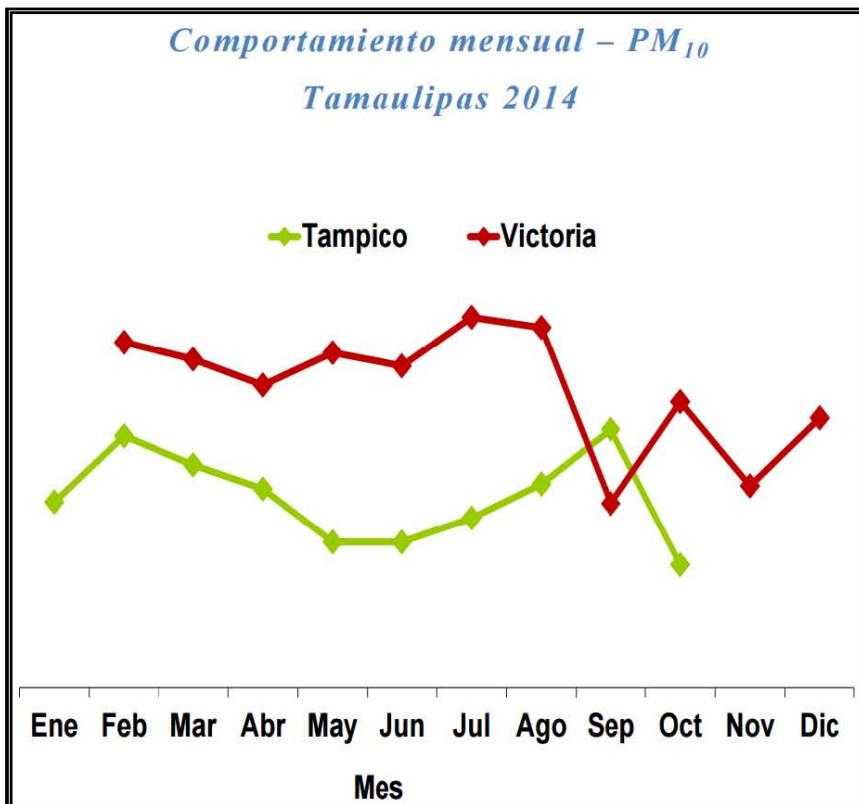


Figura 8.1.2.1-5.- Comportamiento mensual PM-10.



### Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- No excedieron el valor diario normado (verde).
- No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- Excedieron el valor diario normado (rojo).
- No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).
- En la estación Policía Metropolitana dominaron los muestreos con calidad del aire buena (verde), con un total de 50, es decir el 82% del total de muestreos en el año (Figura 8.1.2.1-6).

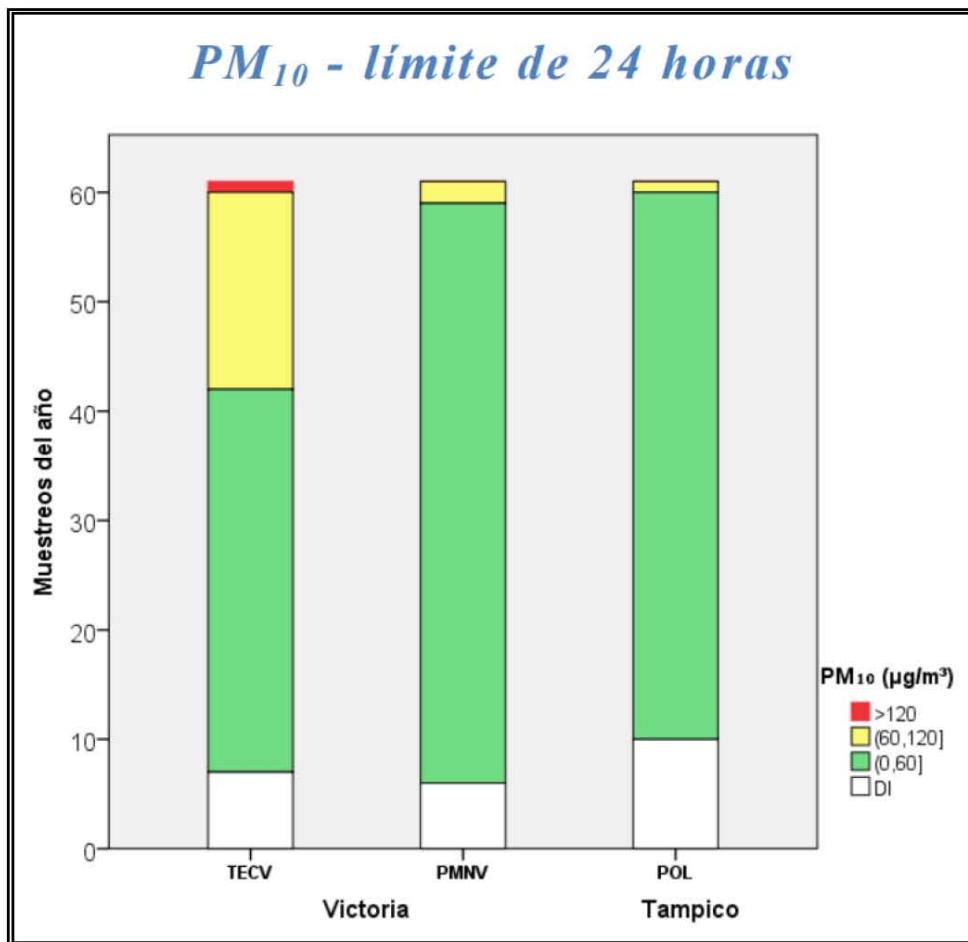
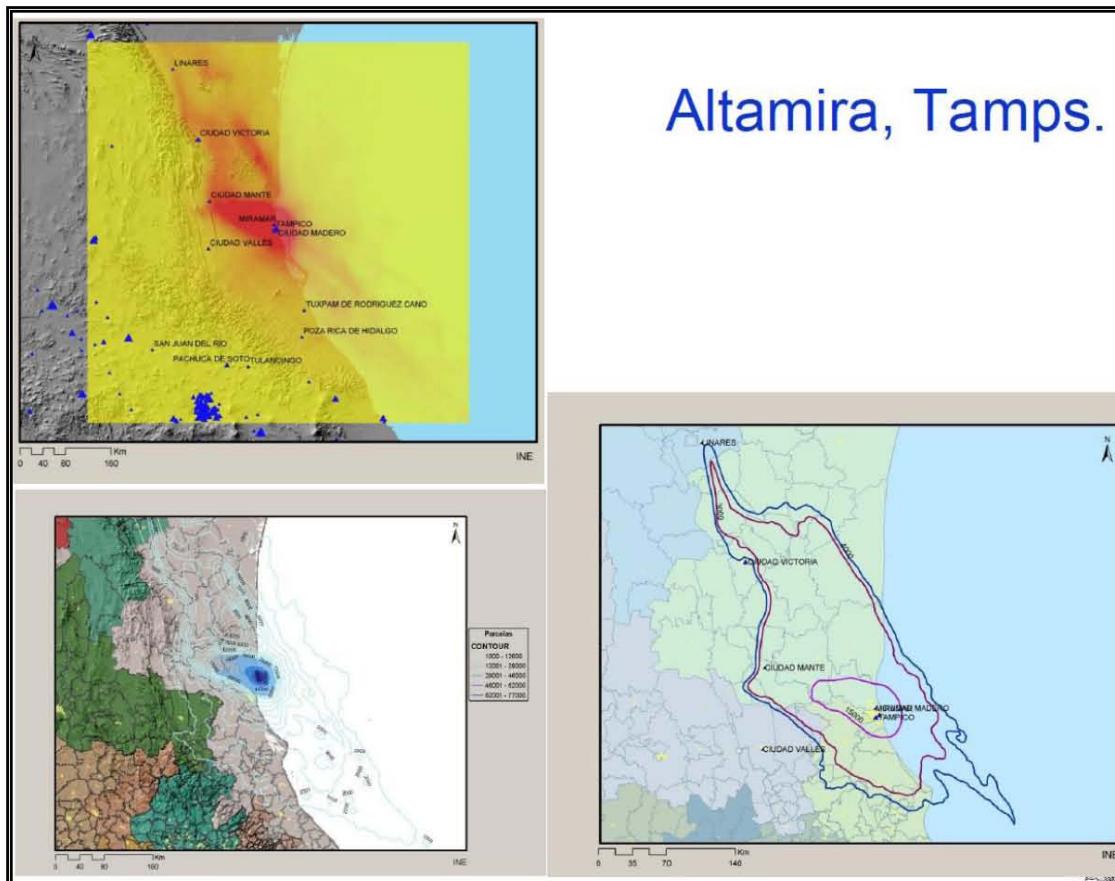


Figura 8.1.2.1-6.- PM-10, límite de 24 horas.

Así como quedó establecido en la metodología autorizada, se buscó la pertenencia del Área Contractual Barcodón a una cuenca atmósferica, se encontró que se encuentra dentro de los límites de la cuenca atmosférica Altamira.



**Figura 8.1.2.1-7.-** Patrón de dispersión, densidad de parcelas de viento y límites probables de la cuenca atmosférica Altamira.

### Monitoreo de la calidad del aire Área Contractual Barcodón

Se estableció un sitio de monitoreo para identificar las concentraciones de fondo de los contaminantes criterio a determinar.

Uno de los criterios para la selección de este sitio fueron la ubicación del Área Contractual Barcodón dentro de la Cuenca Atmosférica Altamira; 11,82 km hacia el sureste de esta área se encuentra el Puerto Industrial Altamira y 13,0 km hacia el sur se encuentra la Termoeléctrica Altamira, por lo cual el aire del



Área Contractual Barcodón podría estar influenciado por las emisiones a la atmósfera de estos complejos industriales, ya que los vientos dominantes en esta zona son del sureste.

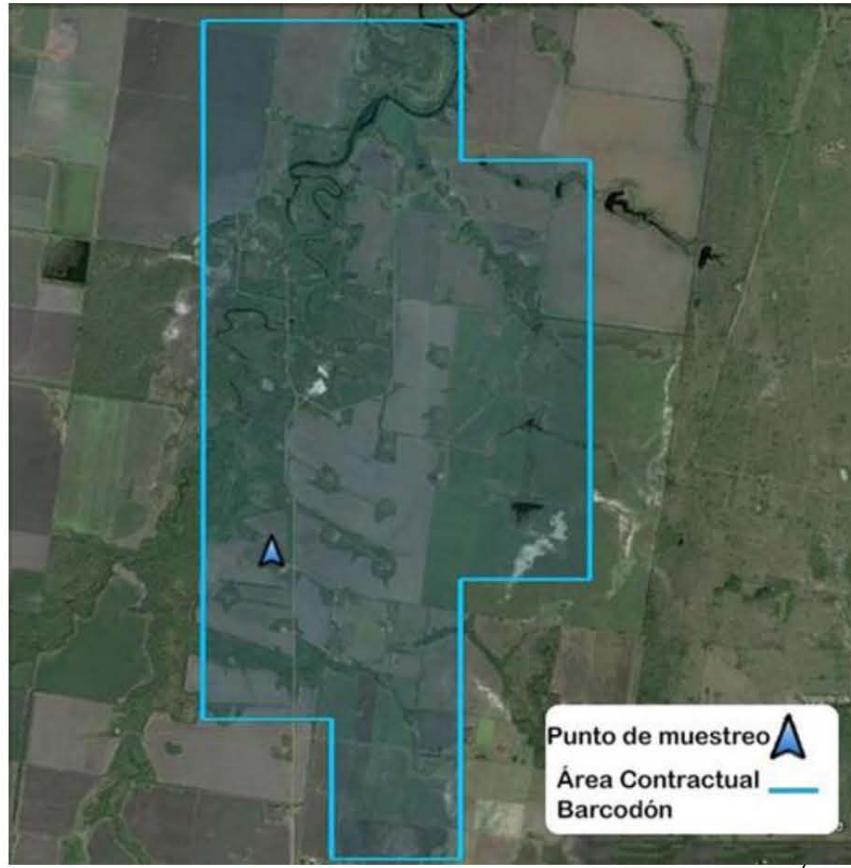
Otro criterio fue la ubicación de casas habitadas dentro o cerca del Área Contractual Barcodón, cuyos habitantes pudieran ser afectados por algún detrimiento en la calidad del aire.

También se tomaron en cuenta las condiciones de seguridad que garantizaran la permanencia íntegra de la unidad y equipos de monitoreo en el área por 24 horas continuas.

En la Tabla 8.1.2.1-11 y Figura 8.1.2.1-8 se presentan las coordenadas y localización del sitio que mejor cumplió con los criterios establecidos.

**Tabla 8.1.2.1-11.- Coordenadas del sitio de monitoreo de la calidad del aire.**

SITIO ÚNICO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ÁREA CONTRACTUAL BARCODÓN	
COORDENADAS UTM	
X	Y
605872	2495913



**Figura 8.1.2.1-8.-** Ubicación del sitio de monitoreo dentro del Área Contractual Barcodón.

La unidad móvil de monitoreo está conformada por los siguientes equipos: Analizador de óxidos de nitrógeno, analizador de bióxido de azufre, analizador de monóxido de carbono, muestreador de partículas alto volumen, kit de calibración para muestreadores de alto volumen, generador de aire cero, estación meteorológica, módulo calibrador de gases, lap top, muestreador de bajo volumen (dicotomo) y difusor, montados en un vehículo tipo van. En el Anexo E se presentan la marca, modelo y características de cada uno de estos equipos.

De acuerdo con la metodología autorizada, los parámetros que fueron registrados son óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, bióxido de azufre, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10



micrómetros, partículas menores a 2.5 micrómetros, temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, dirección y velocidad del viento.

Los días anteriores al monitoreo se registraron lluvias intensas; los alrededores al sitio de monitoreo son superficies sembradas con sorgo y soya.

El monitoreo de 24 horas continuas inició a las 11:35 horas del día 18 de octubre de 2016 y terminó a las 11:35 horas del día siguiente.

Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



**Fotografía 8.1.2.1-1.-** 1. Montaje de la unidad de monitoreo. Fotografía 2. Equipo instalado. Fotografía 3. Verificación del funcionamiento de los analizadores. Fotografía 4. Identificación de los filtros y unidades de almacenamiento de datos.



## Resultados

### Parámetros meteorológicos

En la Tabla 8.1.2.1-12 se presentan la velocidad y dirección del viento durante las 24 horas de monitoreo, como se observa los vientos que dominaron fueron los del este, sureste y sur, sólo en 6 de las 24 horas el viento provino del suroeste.

**Tabla 8.1.2.1-12.-** Dirección y velocidad del viento.

TIEMPO, HORAS	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DEL VIENTO
12:30	1.6	SW
13:30	1.6	SW
14:30	1.9	SW
15:30	2.1	SW
16:30	2.0	S
17:30	2.0	S
18:30	1.6	S
19:30	2.0	S
20:30	1.5	E
21:30	1.9	E
22:30	1.7	E
23:30	1.8	E
00:30	1.9	E
01:30	1.5	E
02:30	1.5	SE
03:30	1.5	SE
04:30	1.5	SE
05:30	1.8	SE
06:30	1.7	S
07:30	1.3	E
08:30	1.2	S
09:30	1.6	SE
10:30	1.1	SW
11:30	1.6	SW
PROMEDIO	1.65	-----

SW=Suroeste, S=Sur, E=Este, SE=Sureste



### Temperatura y humedad relativa

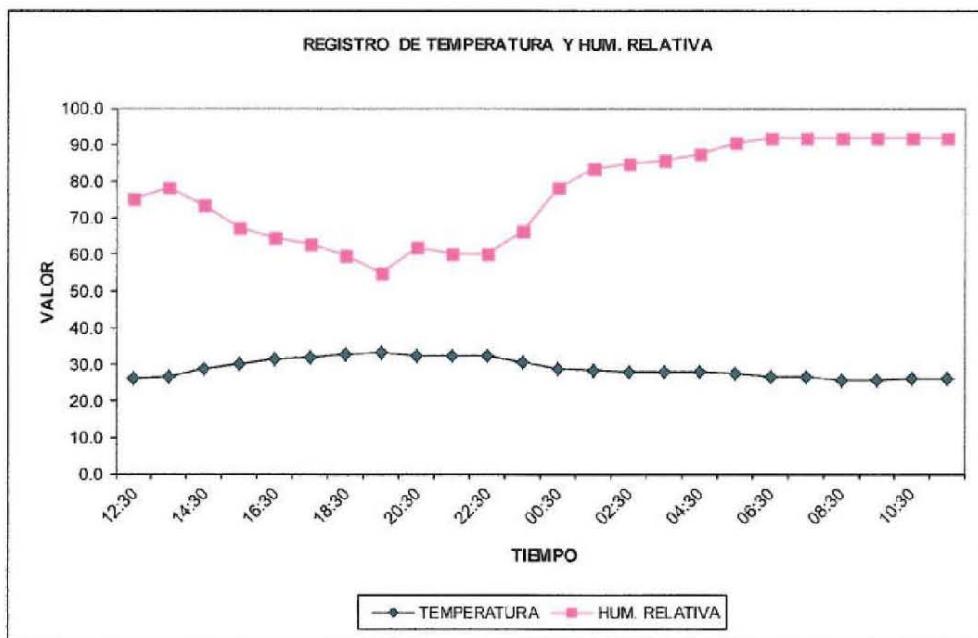
En la Tabla 8.1.2.1-13 presenta la temperatura y la humedad relativa que se registraron en las 24 horas de monitoreo.

Se registró una temperatura promedio de 29,0 °C, en un rango de 26,0 a 33,3 °C; la humedad relativa promedio fue de 76,9 %, con un rango de 54,8 a 92,0%.

**Tabla 8.1.2.1-13.-** Registro de temperatura y humedad relativa.

Tiempo, Horas	Temperatura	Humedad Relativa, %
12:30	26.4	75.0
13:30	26.7	78.0
14:30	28.9	73.3
15:30	30.3	67.2
16:30	31.3	64.7
17:30	31.9	62.7
18:30	32.7	59.5
19:30	33.3	54.8
20:30	32.4	61.8
21:30	32.2	60.0
22:30	32.2	60.0
23:30	30.6	66.4
00:30	28.9	78.1
01:30	28.3	83.6
02:30	28.1	84.7
03:30	28.2	85.5
04:30	28.1	87.5
05:30	27.7	90.3
06:30	26.9	92.0
07:30	26.7	92.0
08:30	26.0	92.0
09:30	26.0	92.0
10:30	26.1	92.0
11:30	26.1	92.0
PROMEDIO	29.0	76.9

En la Figura 8.1.2.1-9 se presenta el comportamiento a través de las 24 horas de la temperatura y la humedad relativa; la temperatura siguió el comportamiento esperado, es decir, valores más altos durante la tarde y más bajos durante la noche; la humedad relativa mantuvo una relación lineal negativa con la temperatura, es decir, a menor temperatura mayor humedad relativa.



**Figura 8.1.2.1-9.-** Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el monitoreo.

### Presión atmosférica

La presión atmosférica se mantuvo en un rango de 1008 a 1012 mBar (milibares), esto es prácticamente la presión atmosférica al nivel del mar.



### Partículas suspendidas totales

Se obtuvo un promedio de  $72.0 \mu\text{m}^3$  de partículas suspendidas totales durante las 24 horas que duró el monitoreo. Éstas han dejado de ser un parámetro criterio, por lo que no existe un valor de referencia para comparar estos resultados.

### Partículas menores a 10 micrómetros

Se obtuvieron  $32.1 \mu\text{m}^3$  en promedio de 24 horas; el límite máximo permisible indicado en la NOM-025-SSA1-2014 es de  $75.0 \mu\text{m}^3$ , por lo que este parámetro cumple con esta norma.

### Partículas menores a 2.5 micrómetros

Se registraron  $25.2 \mu\text{m}^3$  en promedio de 24 horas; el límite máximo permisible marcado por la NOM-025-SSA1-2014 es de  $45.0 \mu\text{m}^3$ , por lo que este parámetro en el Área Contractual Barcodón cumple con esta norma.

En la Tabla 8.1.2.1-14 se presentan los resultados obtenidos en el monitoreo del material particulado en esta área contractual y los límites máximos permitidos por la NOM-025-SSA1-2014.

**Tabla 8.1.2.1-14.-** Resultados del monitoreo de las partículas y especificaciones de acuerdo a l66a NOM-025-SSA1-2014.

Sitio Área Contractual Barcodón			
Parámetros	PST, $\mu\text{m}^3$	PM-10, $\mu\text{m}^3$	PM-2.5, $\mu\text{m}^3$
Resultados	72,0	32.1	25,2
Límite Máximo Permisible (NOM-025-SSA1-2014)		75,0	45,0



## Óxidos de nitrógeno

La NOM-023-SSA1-1993 indica un límite máximo permisible de 395  $\mu\text{m}^3$  de bióxido de nitrógeno en promedio de una hora máxima una vez al año. Se registraron también los óxidos de nitrógeno en general y el monóxido de nitrógeno pero éstos no están normados.

En la Tabla 8.1.2.1-15 se presentan los resultados obtenidos, en donde se observa que ninguna de las lecturas de cada una de las 24 horas se rebasa el límite máximo permisible.

**Tabla 8.1.2.1-15.-** Resultados del monitoreo de óxidos de nitrógeno.

TIEMPO HORAS	NO $\mu\text{mol/mol}$	$\text{NO}_2$ $\mu\text{mol/mol}$	$\text{NO}_x$ $\mu\text{mol/mol}$	$\text{NO}_2$ $\mu\text{g/m}^3$
12:30	0.00268	0.00157	0.00403	2.948
13:30	0.00072	0.00073	0.00145	1.372
14:30	0.00132	0.00149	0.00280	2.798
15:30	0.00826	0.00218	0.01043	4.094
16:30	0.00323	0.00248	0.00570	4.653
17:30	0.00280	0.00055	0.00334	1.030
18:30	0.00219	0.00133	0.00353	2.508
19:30	0.01019	0.00314	0.01334	5.907
20:30	0.00346	0.00193	0.00539	3.635
21:30	0.00441	0.00214	0.00655	4.030
22:30	0.00263	0.00086	0.00348	1.622
23:30	0.00250	0.00108	0.00355	2.036
00:30	0.00170	0.00034	0.00193	0.637
01:30	0.00153	0.00036	0.00189	0.685
02:30	0.00140	0.00039	0.00179	0.731
03:30	0.00040	0.00020	0.00060	0.373
04:30	0.00011	0.00013	0.00024	0.250
05:30	0.00013	0.00014	0.00028	0.271
06:30	0.00022	0.00027	0.00049	0.515
07:30	0.00028	0.00027	0.00055	0.503
08:30	0.00029	0.00026	0.00055	0.497
09:30	0.00101	0.00048	0.00149	0.897
10:30	0.00301	0.00124	0.00424	2.324
11:30	0.00513	0.00341	0.00854	6.403
PROMEDIO	0.00248	0.00112	0.00359	2.113



En la Figura 8.1.2.1-10 se presenta una gráfica con la representación del comportamiento de los óxidos de nitrógeno a través de las 24 horas de monitoreo. Ahí se observa que los tres parámetros analizados tienen un comportamiento similar a lo largo del día. Se presentan dos picos de máximas concentraciones, a las 15:00 y a las 19:00 horas. Sin embargo, como se comentó, no rebasan el límite máximo permitido.

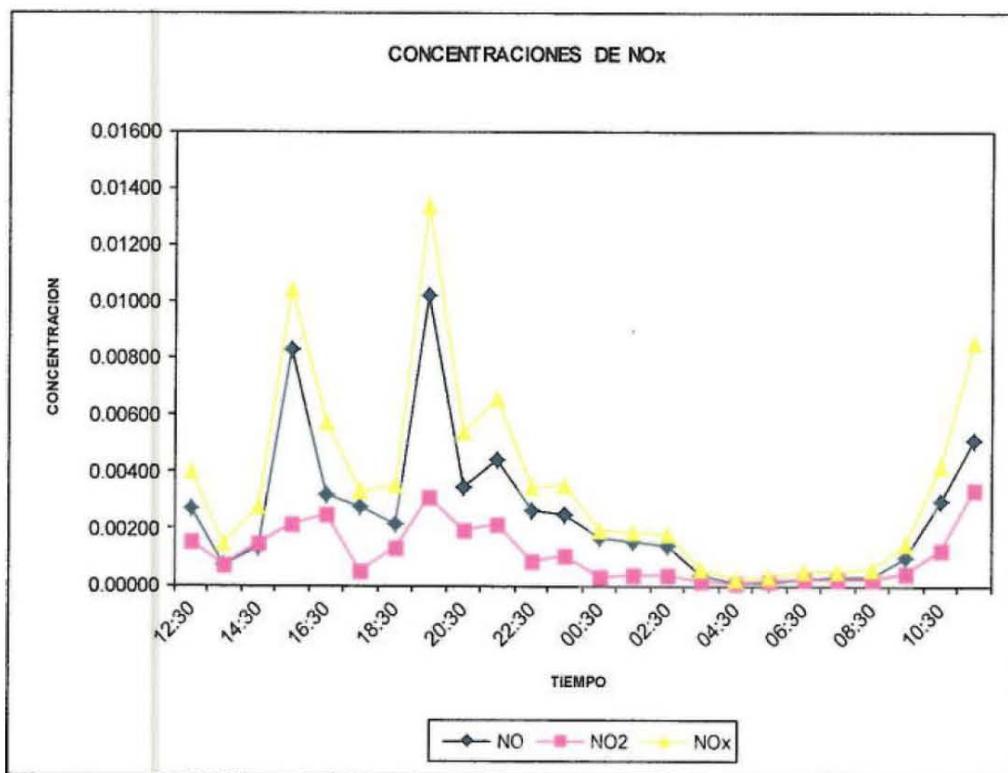


Figura 8.1.2.1-10.- Comportamiento de los óxidos de nitrógeno durante las 24 horas del monitoreo.

### Bióxido de azufre

El límite máximo permisible de bióxido de azufre establecido en la NOM-022-SSA1-1993 es de  $288 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en un promedio de 24 horas y de  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un promedio anual. Como se observa en la Tabla 8.1.2.1-16, el promedio de las 24 horas monitoreadas para este parámetro es de  $11.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que está muy por debajo del límite máximo indicado en la norma.



Tabla 8.1.2.1-16.- Registro de bióxido de azufre.

TIEMPO HORA	SO <sub>2</sub>	
	μmol/mol	μg/m <sup>3</sup>
12:30	0.00760	19.9
13:30	0.00339	8.9
14:30	0.00173	4.5
15:30	0.00252	6.6
16:30	0.00168	4.4
17:30	0.00264	6.9
18:30	0.00068	1.8
19:30	0.00673	17.6
20:30	0.00263	6.9
21:30	0.00069	1.8
22:30	0.00022	0.6
23:30	0.00149	3.9
00:30	0.00166	4.4
01:30	0.00390	10.2
02:30	0.00955	25.0
03:30	0.01038	27.2
04:30	0.01533	40.2
05:30	0.00536	14.0
06:30	0.00375	9.8
07:30	0.00543	14.2
08:30	0.00907	23.8
09:30	0.00550	14.4
10:30	0.00007	0.2
11:30	0.00203	5.3
PROMEDIO	0.0043	11.36

La Figura 8.1.2.1-11 presenta el comportamiento de las concentraciones de bióxido de azufre durante las 24 horas de monitoreo; se presenta un pico de máxima concentración a las 15:00 horas, pero no rebasa el límite máximo normado.

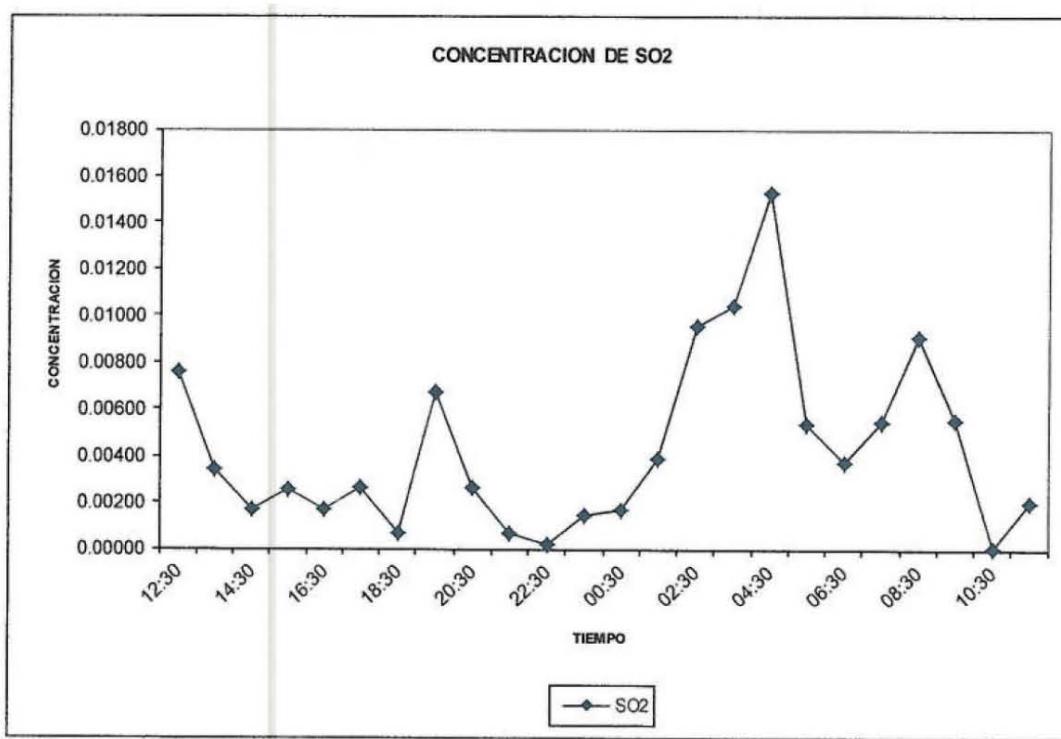


Figura 8.1.2.1-11.- Comportamiento del bióxido de azufre durante las 24 horas del monitoreo.

### Monóxido de carbono

El límite máximo permisible de monóxido de carbono señalado en la NOM-021-SSA1-1993 es de 12 595  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en promedio móvil de 8 horas una vez al año.

La Tabla 8.1.2.1-17 presenta las concentraciones de cada hora durante las 24 horas monitoreadas; el promedio registrado para las 24 horas es de 155.401  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto está dentro del límite de la norma.

**Tabla 8.1.2.1-17.-** Registro de monóxido de carbono.

TIEMPO HORAS	CO μmol/mol	CO μg/m <sup>3</sup>	CO μmol/mol
12:30	0.02114	24.209	-----
13:30	0.46761	535.411	-----
14:30	0.34383	393.689	-----
15:30	0.37861	433.506	-----
16:30	0.00671	7.680	-----
17:30	0.06735	77.116	-----
18:30	0.04287	49.084	-----
19:30	0.51633	591.202	-----
20:30	0.10736	122.927	0.23056
21:30	0.04709	53.914	0.24133
22:30	0.06375	72.991	0.18877
23:30	0.07496	85.834	0.15376
00:30	0.08193	93.810	0.11580
01:30	0.07161	81.997	0.12521
02:30	0.04494	51.460	0.12574
03:30	0.06291	72.033	0.12600
04:30	0.06947	79.540	0.06932
05:30	0.09839	112.662	0.06458
06:30	0.14122	161.695	0.07100
07:30	0.06951	79.592	0.08068
08:30	0.11465	131.277	0.08000
09:30	0.09501	108.791	0.08409
10:30	0.12881	147.482	0.08701
11:30	0.14123	161.708	0.09750
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.13572</b>	<b>155.401</b>	<b>0.12133</b>

La gráfica 8.1.2.4. nos muestra el comportamiento de las concentraciones de monóxido de carbono a lo largo de las 24 horas de monitoreo; se observan tres picos de máxima concentración, a las 13:00 horas, a las 15:00 horas y a las 19:00 horas, todos por debajo del límite máximo señalado en la norma.

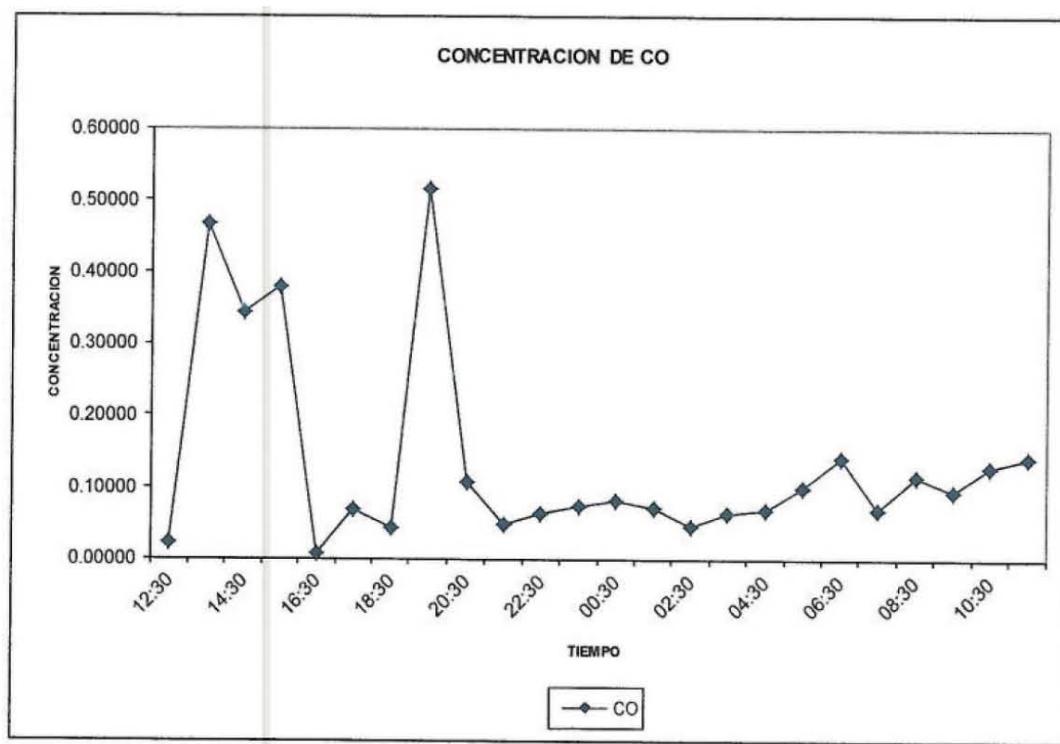


Figura 8.1.2.1-12.- Comportamiento del monóxido de carbono durante las 24 horas del monitoreo.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La concentración de partículas PM-10 y PM-2.5 se encuentran dentro del límite máximo permisible especificado en la norma la NOM-025-SSA1/2014.

El promedio de las concentraciones de gases (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO) se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles especificados en la normas NOM-021-SSA1/1993 , NOM-022- SSA1/1993 y NOM-023-SSA 1/1993 respectivamente.

La calidad del aire en el Área Contractual Barcodón es buena, para los parámetros analizados y de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas actuales.



### 8.1.2.2 Edafología

El suelo es un cuerpo natural localizado en la superficie terrestre que es capaz de soportar plantas en forma natural. Es dinámico, cambia con el tiempo y en el espacio, contiene material mineral y/o orgánico no consolidado que ha sido sujeto a factores. Un suelo difiere del material del cual se ha formado en características físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1997), citado en (Bautista *et al*, 2004).

La formación de un suelo es un proceso largo que dura de cientos a miles de años, por lo que este recurso debe considerarse como no renovable. Los suelos constituyen el medio natural en donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas, en él se inicia y termina la cadena alimenticia: las plantas toman de ahí varios nutrientes, los herbívoros necesitan de las plantas para vivir, en tanto que los consumidores secundarios, los carnívoros, requieren de los herbívoros para su subsistencia. Cuando plantas, herbívoros y carnívoros mueren los desintegradores los descomponen y se reciclan los nutrientes. Si se corta la base de la cadena, se altera fuerte e irremediablemente al ecosistema (Bautista y Estrada, 1998).

Las necesidades actuales de la sociedad van más allá de la simple producción de alimentos, hoy en día se debe de ordenar el territorio para lograr el adecuado uso del suelo y optimizar costos, además de ser más rentable. Esta necesidad demanda una adecuada utilización de los recursos de manera sustentable, con el propósito de conservar y garantizar patrimonio natural.

Por tal motivo el suelo es un componente ambiental importante que puede ser afectado por las actividades del Proyecto, por lo que es preciso conocer las características físicas y químicas así como el estado de fertilidad, estabilidad y procesos de erosión que existen en el Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.2.2.1 Metodología

La identificación de los tipos de suelos presentes en el Área Contractual Barcodón, se realizó considerando la carta edafológica escala 1: 250 000 del INEGI (Serie II Abril, 2008), bajo los criterios de clasificación de



suelos FAO/UNESCO 1988, complementada con verificación en campo, consistente en la realización y descripción de perfiles de suelos, mediante pozos a cielo abierto a profundidad efectiva de acuerdo al uso de suelo. Los criterios para definir y ubicar los puntos de muestreo fueron a través de selección de unidades de suelo principalmente considerando la topografía y la vegetación. Se realizó la descripción de los parámetros físicos en campo, análisis físicos y químicos en laboratorio de las muestras colectadas, bajo la metodología propuesta por Cuanalo, 1990.

La ubicación de los sitios de muestreo donde se desarrollaron los perfiles agrológicos se muestran en la Figura 8.1.2.2-1 y se presenta en el Plano P5 de Edafología.

#### 8.1.2.2.2 Tipos de suelos presentes en el Área Contractual Barcodón

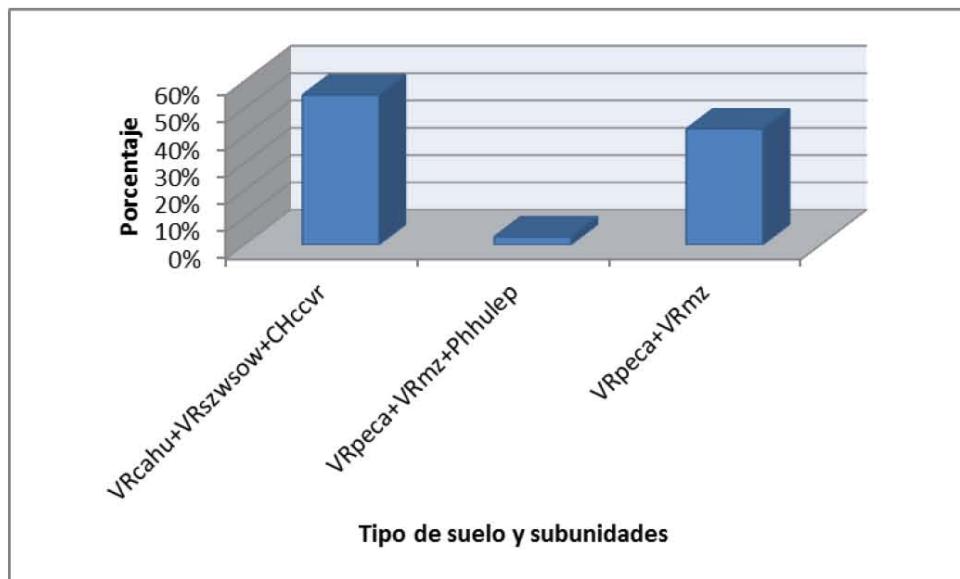
Los tipos de suelos del Área Contractual Barcodón, se listan en la Tabla 8.1.2.2-1. Así como también el área y porcentaje que representa cada tipo de suelo por cuenca siendo la RH 25 A-b Bravo- Conchos con un área de 2620.60ha.

**Tabla 8.1.2.2-1.-** Tipos de suelo, área y porcentaje en el Área Contractual Barcodón.

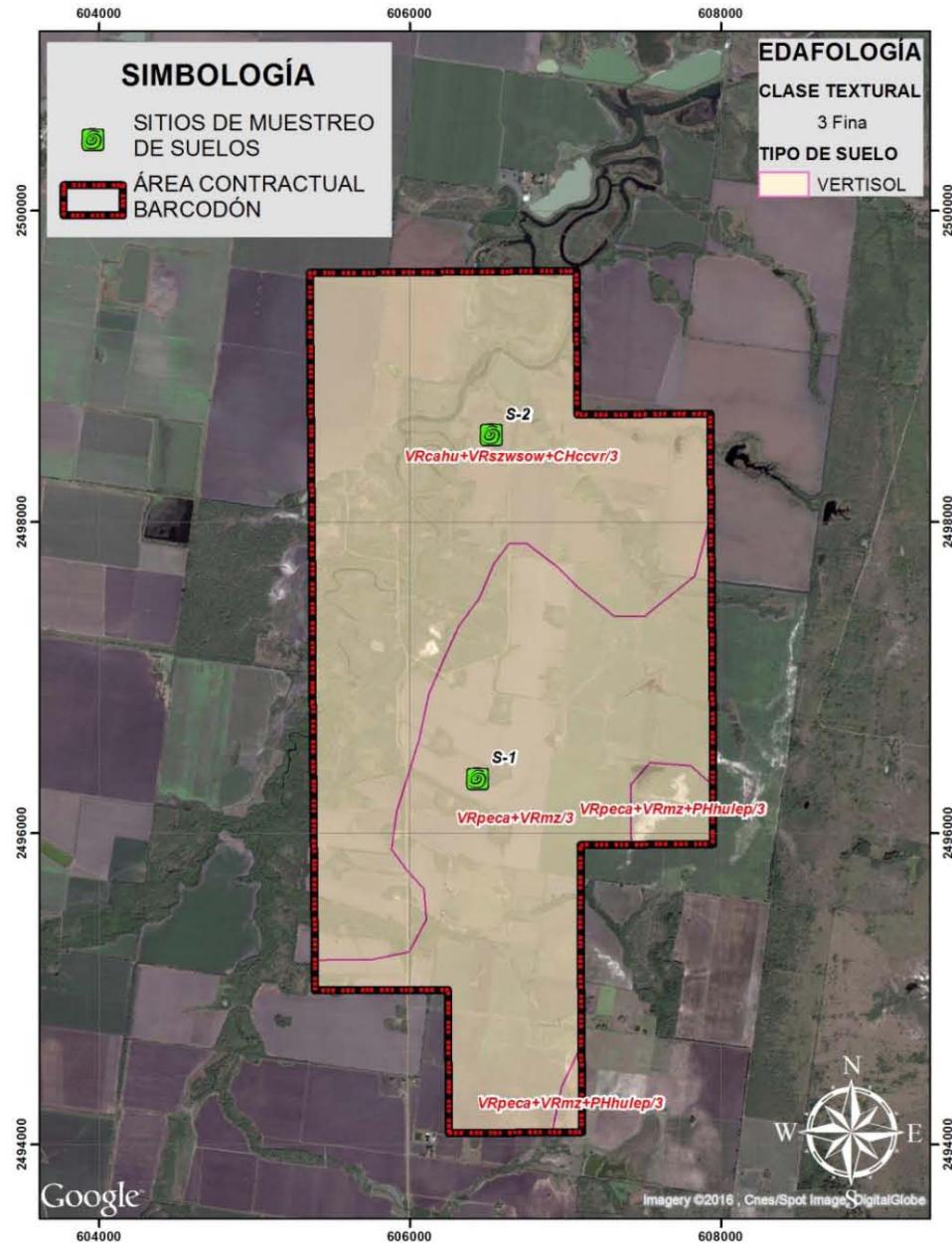
Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo de suelo	Área (ha)	Porcentaje
25 San Fernando Soto La Marina	A Lago de San Andrés- Lago Morales	b	Vertisol	1106.57	100
Total				2620.60	100.00

En la Gráfica 8.1.2.2-1, muestra el porcentaje que representa cada subunidad de suelo dentro del Área Contractual Barcodón en donde puede apreciarse el 100% del Área Contractual corresponde a Vertisol con tres subunidades el Vertisol calcárico húmico el que predomina con 606.19ha equivalente al 54.78%,

posterior el Vertisol pélico calcárico 468.37ha con el 42.33%, y Vertisol pélico calcárico húmico epiléptico con 32.00ha lo que equivale al 2.89% de la superficie total; Plano 6.



**Gráfica 8.1.2.2-1.-** Porcentaje de subunidades de suelo y cuerpos de agua en el Área Contractual Barcodón.



**Figura 8.1.2.2-1.-** Tipos de suelos y muestreos en el Área Contractual Barcodón.



### 8.1.2.2.3 Características de los suelos

#### 8.1.2.2.3.1 Vertisol

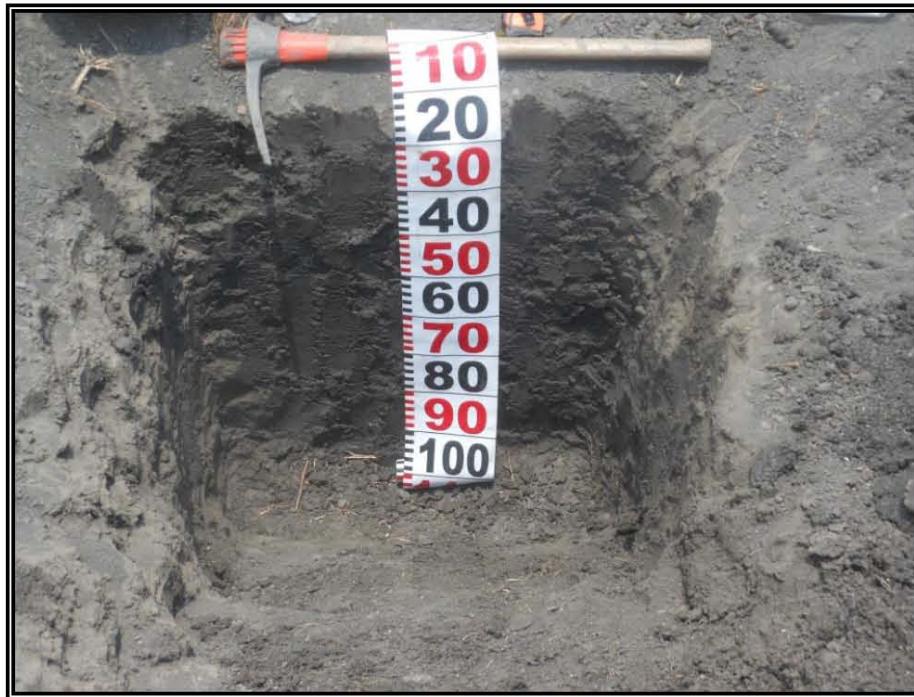
Suelo que tiene más de 30% de arcilla en todas sus capas dentro de los primeros 100 cm de espesor, son duros y masivos es seco y forman grietas, buen contenido de carbono orgánico en la capa arable.

#### 8.1.2.2.4 Características de los suelos predominantes en el Sistema Ambiental

Con base a la interpretación cartográfica, en el Sistema Ambiental presentan las siguientes características, de acuerdo con los criterios de la FAO/UNESCO 1988.

#### 8.1.2.2.4.1 Perfil-1

Se realizó en la unidad de suelos de Vertisol pélico calcárico asociado con Vertisol mazíco de textura fina (VRpeca+VRmz/3). La ubicación en coordenadas UTM es 14 R X= 606452 Y= 2 496365.



**Fotografía 8.1.2.2-1.-** Perfil característico de la unidad de suelos Vertisol, ubicado en 14 R X= 606452 Y= 2 496365.

**Descripción del paisaje natural:** Es un suelo de origen aluvial con un relieve plano con una pendiente menor del 2% con drenaje receptor, sin pedregosidad superficial y uso de suelo agrícola.



**Fotografías 8.1.2.2-2 a 5.-** Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas UTM 14 R 606452 Y= 2 496365.

El suelo es somero con profundidad de muestreo de 0-100cm, el horizonte A presenta color en seco (10YR 3/1) muy oscuro y en húmedo (2.5Y 3/1) gris muy oscuro, sin piedras con una estructura fuertemente desarrollado de forma granular grande, consistencia en seco es ligeramente muy duro, en húmedo muy firme, cuando muy húmedo es ligeramente muy pegajoso y plástico; la presencia de cutanes son pocos (1%) muy pequeños de color banco con forma esferoides; existe la presencia de muy pocos nódulos con un tamaño pequeño de color oscuro con forma angulares y dureza suave; la cantidad de poros son frecuentes (100 a 200 por dm<sup>2</sup>), muy finos y delgados, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; la cantidad de raíces son raras (menor 10 por dm<sup>2</sup>) de diferentes tamaños finas y delgadas y buen drenaje del perfil.



En la siguiente Tabla 8.1.2.2-2 se presentan las características físico-químicas del perfil 1-BB.

**Tabla 8.1.2.2-2.-** Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE
	A
Profundidad (cm)	0-100
pH relación. 1:2	7,44
Materia orgánica %	0,86
Nitrógeno ppm	12,3
Fósforo disp. ppm	2,9
Potasio ppm	254
CATIONES Me/L	
Ca	1,40
Mg	0,61
Na	9,45
K	0,01
C.E. dS/m	0,51
ANIONES Me/L	
CO <sub>3</sub>	0,0
HCO <sub>3</sub>	7,30
Cl	1,40
SO <sub>4</sub>	2,77
Capacidad de retención de agua %	35,00
Porcentaje de saturación del suelo %	52,00
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	1,28
Textura %	
Arena	34,40
Arcilla	51,24
Limo	14,36
Clasificación	Arcilla

Características químicas, de acuerdo con lo reportado en Tabla 8.1.2.2-2, corresponde a un suelo de textura arcilloso; de pH medianamente alcalino, bajo en el contenido de materia orgánica, los nutrientes de nitrógeno y fósforo reportan niveles bajos en tanto que el potasio es elevado, capacidad de retención de agua del 35%, el porcentaje de saturación de 52% y una densidad aparente de 1,28 g/cm<sup>3</sup> el cual representa un 51,69% de espacio poroso.

#### 8.1.2.2.4.1 Perfil-2

Se realizó en la unidad de suelos Vertisol calcárico húmico asociado con Vertisol hiposálico hiposódico y Chernozem cárlico vértico textura fina. (VRcahu+VRszwsow+CHccvr/3). La ubicación en coordenadas UTM es 14 R X= 606 735 Y= 2 498 440 (Fotografía 8.1.2.2-6).



Fotografía 8.1.2.2-6.- Perfil característico de la unidad de suelos de Vertisol, ubicado en 14 R X= 606 735 Y= 2 498 440.

**Descripción del paisaje natural:** Es un suelo de origen aluvial con relieve plano, pendiente menor al 2%, drenaje receptor y material parental aluvial estable, sin pedregosidad, con uso de suelo agrícola.



**Fotografías 8.1.2.2-7 a 10.-** Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas 14 R X= 606 735 Y= 2 498 440.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-90cm en el horizonte A presenta un en seco oscuro (10YR 3/1) y muy oscuro (2.5Y 2.5/1), sin piedras con una estructura fuertemente desarrollado de forma poliédrica subangular grande, consistencia en seco muy duro, en húmedo muy firme, cuando muy húmedo muy pegajoso y plástico; con presencia de cutanes zonales ubicados dentro de los agregados con muy nódulos de color oscuro angular y blando; la cantidad poros es frecuentes (50 a 100 por dm<sup>2</sup>), finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; las raíces son raras (de 3-5 por 3 dm<sup>2</sup>), delgadas y medianas; con permeabilidad y drenaje moderado.



En la siguiente Tabla 8.1.2.2-3 se presentan las características físico-químicas del perfil 2-BB.

**Tabla 8.1.2.2-3.-** Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE
	A
Profundidad (cm)	0-90
pH relación. 1:2	7,58
Materia orgánica %	2,63
Nitrógeno ppm	33,3
Fósforo disp. ppm	7,8
Potasio ppm	608
CATIONES Me/L	
Ca	3,15
Mg	1,52
Na	9,33
K	0,01
C.E. dS/m	0,68
ANIONES Me/L	
CO <sub>3</sub>	0,0
HCO <sub>3</sub>	7,30
Cl	1,20
SO <sub>4</sub>	5,53
Capacidad de retención de agua %	35,00
Porcentaje de saturación del suelo %	52,00
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	1,28
Textura %	
Arena	36,40
Arcilla	51,24
Limo	12,36
Clasificación	Arcilla



Características químicas, de acuerdo con lo reportado en la Tabla 8.1.2.2-3, corresponde a un suelo de textura Arcilloso, pH medianamente alcalino, con nivel medio de materia orgánica, los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio reportan niveles adecuados de fertilidad. La capacidad de retención de agua es de 35,00 con porcentaje de saturación de 52,00 y una densidad aparente de 1,28 que presenta un 51,969% de espacio poroso.

#### 8.1.2.2.5 Grado de erosión

La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración que propicia el escurrimiento superficial generando la pérdida de suelo laminar cuando es moderado y cárcavas con deformación del terreno cuando es severo. El Sistema Ambiental se encuentra en una región semiárida. Considerando lo anterior y la importancia de la conservación del recurso suelo se realiza el cálculo de erosión hídrica para cuantificar los valores de pérdida de suelo actual y potencial mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) modificado, considerado como la más adecuada por la Organización de Naciones Unidas (ONU).

##### 8.1.2.2.5.1 Erosión actual y potencial

La erosión potencial, se refiere a la pérdida de suelo anual que se presentaría si el suelo se mantuviera sin cubierta vegetal, es decir suelo desnudo en forma continua. Considerando los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, R (Erosividad de la lluvia), K (Erodibilidad del suelo) y LS (Longitud y Grado de Pendiente), en la Tabla 8.1.2.2-4 se presentan los valores de erosión potencial hídrica de los suelos por cuencas que contempla el Área Contractual Barcodón.

La erosión actual es la pérdida de suelo anual que se tiene considerando la cobertura actual del terreno y las prácticas de manejo que se realizan en él. Es decir, considerando los valores RKLS además de C (Cobertura vegetal) y P (Prácticas de conservación de suelos), para los suelos del Área Contractual



Barcodón se obtuvieron los estimados de erosión actual para las distintas unidades de suelo de cada cuenca, tal y como puede verse en la Tabla 8.1.2.2-4.

**Tabla 8.1.2.2-4.-** Erosión actual, potencial y grado de impacto en el Área Contractual Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo de suelo	Erosión ton/ha/año		Grado de impacto
				Actual	Potencial	
25 San Fernando Soto La Marina	A Lago de San Andrés- Lago Morales	b	Vertisol	6.75	42.18	35.43
Total				6.75	42.18	35.43

Los resultados de erosión actual de los suelos en el Área Contractual Barcodón Tabla 8.1.2.2-4, de acuerdo con la clasificación de erosión establecida por Shields y Coote (1989), la erosión actual en el Área Contractual es de 6,75 ton/ha/año considerado como bajo en tanto que la erosión potencial promedio es de 42,18 ton/ha/año lo que refleja la susceptibilidad de los suelos a erosionarse si la cubierta vegetal fuera eliminado al 100%. Por lo tanto el grado de impacto por erosión hídrica es considerado como moderado con 35,43 ton/ha/año.

Es importante destacar que los valores obtenidos son promedios por tipos de suelo de la unidad principal y, considerando promedios de pendientes y cobertura vegetal sobre el suelo. Por lo que los criterios para mitigar el efecto estarán en función de la posibilidad de mantener la cubierta vegetal y sus residuos.

**Tabla 8.1.2.2-5.-** Clases de riesgo de erosión propuestos por Shields y Coote.

Clase de Riesgo	Pérdida de suelo (ton/ha/año)
Nulo	< 2,0
Bajo	2,0 – 9,9
Moderado	10,0 – 49,9
Severo	50,0 – 199,9

Fuente: Shields y Coote (1989).



### 8.1.2.3 Geomorfología

#### 8.1.2.3.1 Fisiografía

La fisiografía comprende el estudio, la descripción y la clasificación de las geoformas del terreno, considerando para esto aspectos de geomorfología, geología, clima pasado y actual, hidrología e, indirectamente, aspectos bióticos (incluida la actividad humana), en la medida en que estos condicionen las características edafológicas de tales formas, o al menos en su aptitud para uso y manejo.

El Área Contractual Barcodón se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte, subprovincia Llanuras y Lomeríos.

#### Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte

Esta provincia se extiende paralela a las costas del Golfo de México, desde Louisiana en los Estados Unidos de América hasta Nautla en el estado de Veracruz. Esta llanura se presenta como una superficie plana (pendientes menores a 4%) con alturas que varían entre 0 y 200 m.s.n.m., y sólo interrumpida por sierras aisladas. Su origen es tectónico; a partir de la era Cenozoica, movimientos lentos de levantamientos han conformado la planicie tal como se encuentra actualmente. Esto se manifiesta por la dominancia de materiales sedimentarios marinos no consolidados (arcillas, arenas y conglomerados), cuya edad aumenta conforme su distancia de la costa, así hay desde materiales del Cuaternario, pasando por los del Plioceno, Oligoceno y Eoceno pertenecientes al Terciario, hasta el Cretácico en la proximidad de la Sierra Madre Oriental; la escasa deposición de aluviones en su territorio por los ríos que desembocan en sus costas (Bravo, Soto la Marina, Tamesí, Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, etc.); la salinidad de las zonas costeras del norte; y la presencia de barras que encierran a las lagunas Madre, Tamiahua y Tampamachoco. (Figura 8.1.2.3-1).



Figura 8.1.2.3-1.- Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte.

### Subprovincia fisiográfica Llanuras y Lomeríos

Esta subprovincia integra una costa de emersión, en virtud de la edad de los materiales aflorantes, dominante mente sedimentos marinos no consolidados de arcillas, arenas, conglomerados y de depósitos de aluviones desde Terciarios, Cuaternarios y Cretácicos. La subprovincia Llanuras y Lomeríos, se caracteriza por estar formada por sedimentos antiguos arcillosos y arenosos, de edades Mesozoica y Terciaria que decrecen hacia la costa. Aunque presenta afloramientos de rocas basálticas de morfología de mesetas, esta subprovincia se caracteriza por presentar extensas llanuras interrumpidas por lomeríos (Figura 8.1.2.3-2).

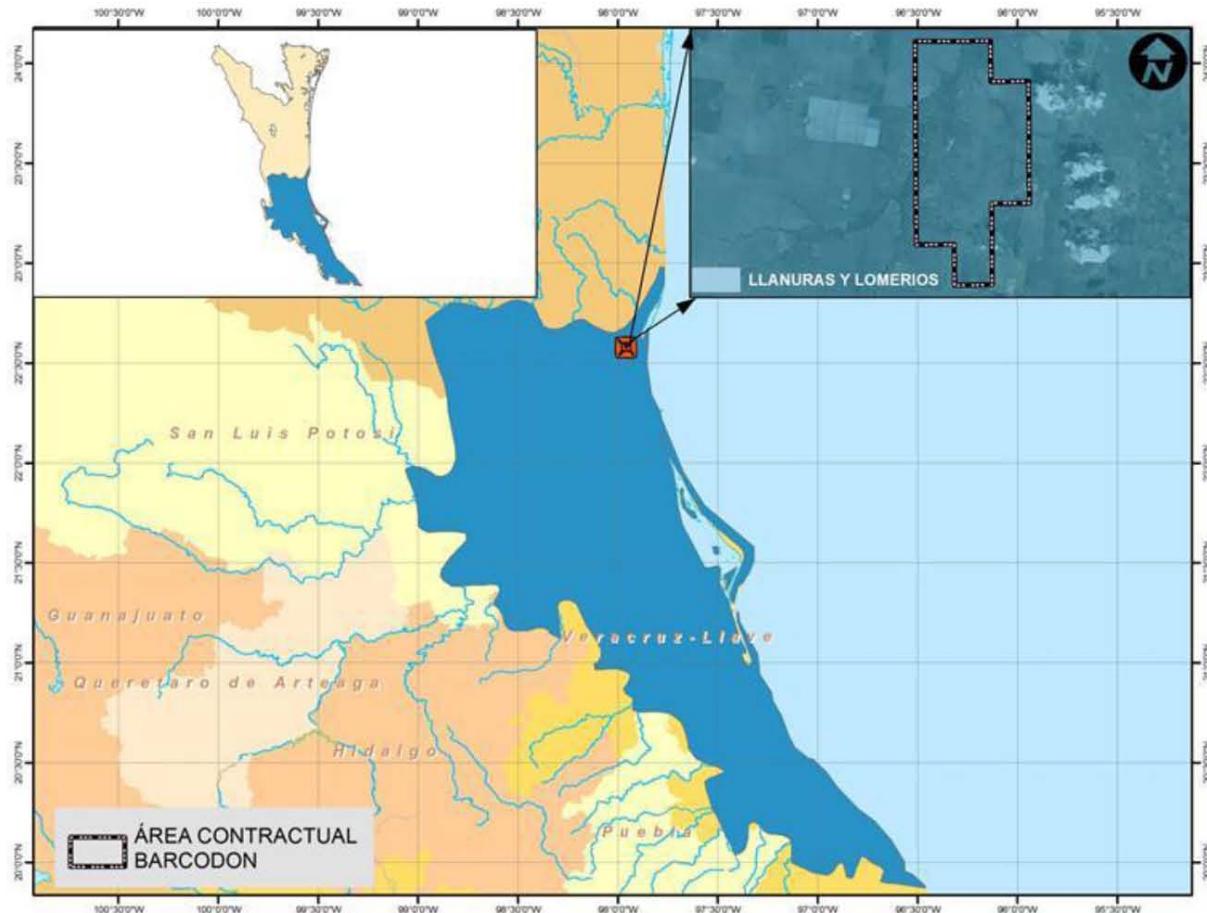


Figura 8.1.2.3-2- Subprovincia Fisiográfica Llanuras y Lomeríos.

### 8.1.2.3.2 Geología y estratigrafía

La geología es la ciencia de la Tierra que estudia el origen, composición, estructura y los fenómenos que se han producido en ella desde su génesis hasta la actualidad.

La estratigrafía puede definirse como el estudio de las sucesiones de roca y la correlación de eventos y procesos geológicos en tiempo y espacio (Koutsoukos 2005).



Regionalmente, la zona se encuentra en la Subprovincia Geológica llamada Cuenca Tampico-Misantla, que se desarrolló durante el Terciario, al quedar sumergida la Plataforma de Tamaulipas. La secuencia estratigráfica, desde el borde occidental hacia el oriente de la Planicie del Golfo, está formada por sedimentos depositados desde el Jurásico hasta el Reciente. La mayor parte de las rocas que afloran en la región varían del Paleoceno al Mioceno y específicamente en el área de los municipios de Tampico y Ciudad Madero, se encuentran sedimentos del Oligoceno, correspondientes a la Formación Mesón y sedimentos del Plio-Pleistoceno. Los sedimentos del Oligoceno forman gran parte de las elevaciones que sobresalen de las lagunas y esteros en la margen norte del Río Pánuco. A continuación se describen las unidades geológicas que afloran en esta región (Figura 8.1.2.3-3).

La Formación Méndez del Cretácico, está compuesta de margas, lutitas calcáreas y lodolitas; la edad de esta formación es del Campaniano-Maestrichtiano.

La Formación Velasco está formada por lutitas calcáreas con algunas margas y esporádicas areniscas calcáreas y yesos, de edad Paleoceno- Eoceno.

La Formación Aragón está constituida por lutitas ligeramente calcáreas, con algunos horizontes bentoníticos y algunas capas delgadas de arenisca de grano fino; se le asigna una edad de Eoceno Inferior.

La Formación Chapopote consiste de unas margas arenosas interestratificadas con areniscas de grano fino y con algunas lutitas, de edad Eoceno Superior.

La Formación Palma Real consiste de areniscas, margas, lentes y bloques de calizas coralinas del Oligoceno y Mioceno.

La Formación Mesón está constituida por lutitas arenosas, areniscas de grano fino, margas y algunos horizontes de limolitas arcillosas; esta formación tiene una unidad calcárea formada por coquinas, calizas coralinas y algunas areniscas calcáreas, que se presentan en forma de lentes dentro de la unidad clástica.



Esta unidad arcillo-arenosa se presenta suavemente inclinada hacia el este y aflora en la mayor parte del área cercana a la costa y la unidad calcárea se presenta como unos lomeríos prominentes al oeste de la Laguna Pueblo Viejo, al sureste del área.

Los intrusivos del Terciario están constituidos por gabros y diabasas de textura holocristalina y color oscuro, que intrusionan las rocas arcillosas del Eoceno en el norte de la región. Se encuentran en forma de mantos o de troncos. Su expresión morfológica es de prominencias que modifican a los lomeríos. Afloran principalmente al norte y sur del área.

Los derrames volcánicos están constituidos por basaltos de olivino de color negro y textura afanítica, con estructura vesicular, algunos son amigdaloides con relleno de calcita. Se les puede encontrar desde inalterados hasta muy intemperizados, en algunas zonas son densos y forman grandes bloques con intemperismo esferoidal incipiente, aunque en ocasiones se encuentran inalterados

Los depósitos aluviales están constituidos por arcillas, limos, arenas y gravas. El área de las sierras es por lo general gravosa y presenta lentes de caliche; en la planicie occidental contiene limos y en el oriente del área frecuentemente es arcillo-arenosa. Los clásticos son de caliza, arenisca, pedernal y basalto y tienen diferentes grados de redondez. Las gravas y arenas llenan los valles fluviales y los materiales más finos forman planicies aluviales, principalmente en las zonas de influencia de los ríos, como el Pánuco y el Tamesí.

Los depósitos lacustres están conformados por depósitos arcillosos y arenosos de las lagunas marginales y los de una pequeña cuenca endorreica. Las arcillas son generalmente plásticas y de color oscuro, las arenas son de grano fino. Los sedimentos, donde predominan las arcillas, se presentan interestratificados en capas laminationes y delgadas. La unidad presenta una morfología de llanura y está expuesta principalmente en las partes bajas del sureste del área. Esta unidad está restringida a la zona litoral y está constituida por la acumulación de arenas de grano fino y medio y de fragmentos de conchas. Estos clásticos son transportados por el viento a partir de los depósitos de playa. Forman barras y dunas orientadas hacia el

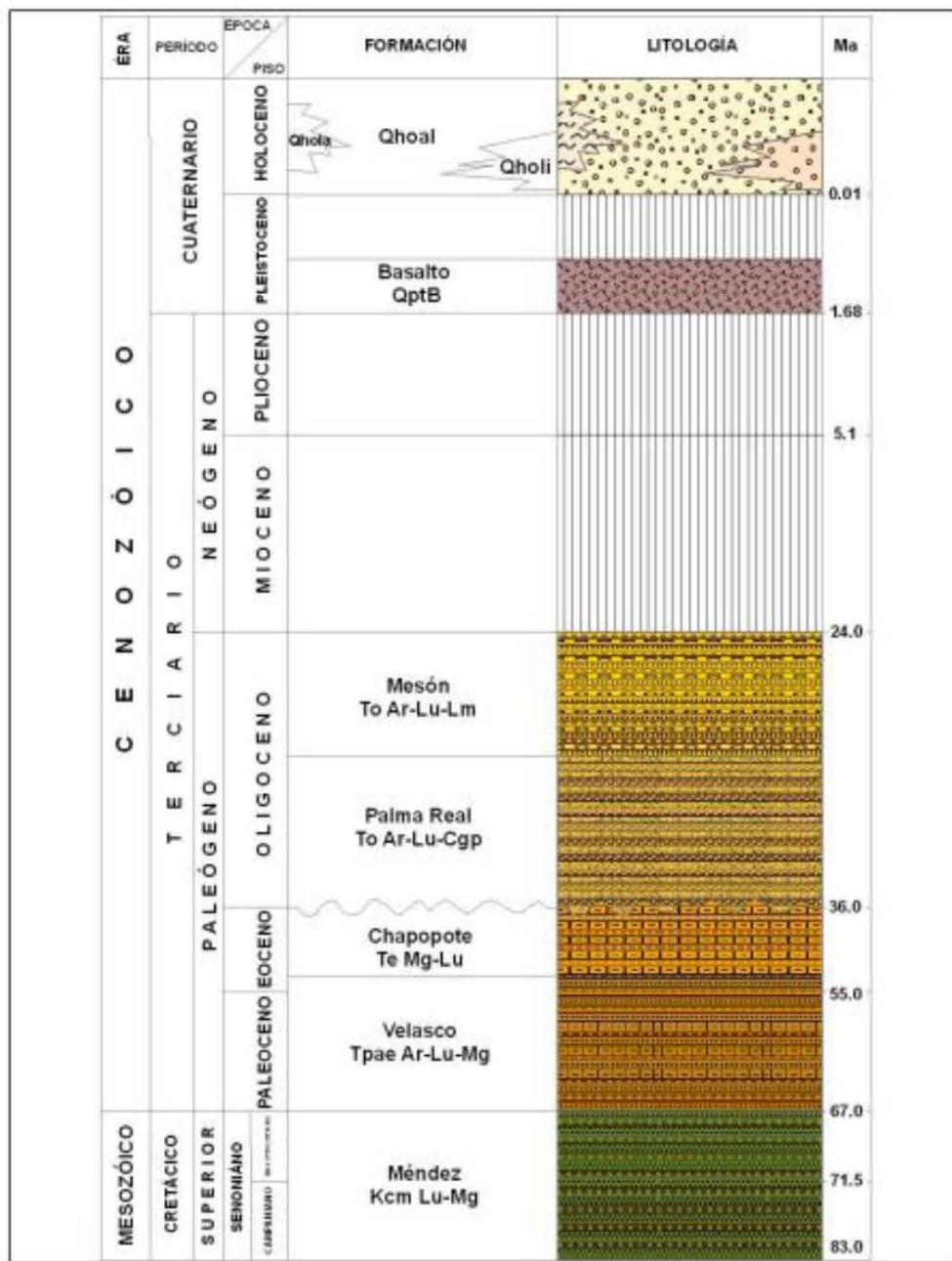


norte que presentan estratificación cruzada. En algunas zonas se pueden observar dunas fijas formadas por fragmentos de conchas y cementadas por carbonatos. Los depósitos de litoral están constituidos por fragmentos de conchas de diversos organismos y por arenas de cuarzo y feldespato de grano fino a medio, que están sujetos a la acción del oleaje.

Las rocas presentes dentro de esta zona, presentan nula deformación estructural, debido, a su juventud, pues los fenómenos deformacionales son más antiguos, de esta manera, se concluye que las rocas y sedimentos en esta zona obedecen a la disposición de los bloques subyacentes, relacionados con la apertura del Golfo de México y del Océano Atlántico, tales bloques subyacentes tienen una Tectónica asociada a bloques de basamento pues debe de considerarse que tanto paleogeográficamente como tectónicamente los esfuerzos de orogenias antiguas no afectaron a las secuencias mesozoicas en esta zona, tal y como se observa en el Cinturón Mexicano de Pliegues y Cabalgaduras.

Existió un bloque que ya es conocido desde el Jurásico como Archipiélago Huasteco. Este bloque actuó de tal manera que los esfuerzos de compresión laramídicos no plegaran la zona más al oriente de Tamuín, San Luis Potosí.

Finalmente el reacomodo de bloques por la apertura del Golfo de México, se ha encargado de la configuración actual de la Provincia de la Llanura Costera del Golfo y el lecho marino del Golfo de México.



**Figura 8.1.2.3-3.- Columna estratigráfica regional.**



Particularmente, de acuerdo a la Figura 8.1.2.3-4 y Tabla 8.1.2.3-1, en el Área Contractual Barcodón sólo se encuentra el tipo Lutita-arenisca del período Oligoceno

**Te-Oligoceno (lu-ar) Era Cenozoico del periodo Terciario Oligoceno, lutitas areniscas:** Unidad sedimentaria perteneciente al Oligoceno, formada por una secuencia de lutitas y areniscas de grano fino, depositada en un ambiente sedimentológico regresivo, con pequeñas regresiones; presenta algunos estratos conglomerados y calizas coralinas. Descansa en forma discordante sobre las rocas del Eoceno. Constituyen las formaciones Catahoula, Palma Real y Mesón.

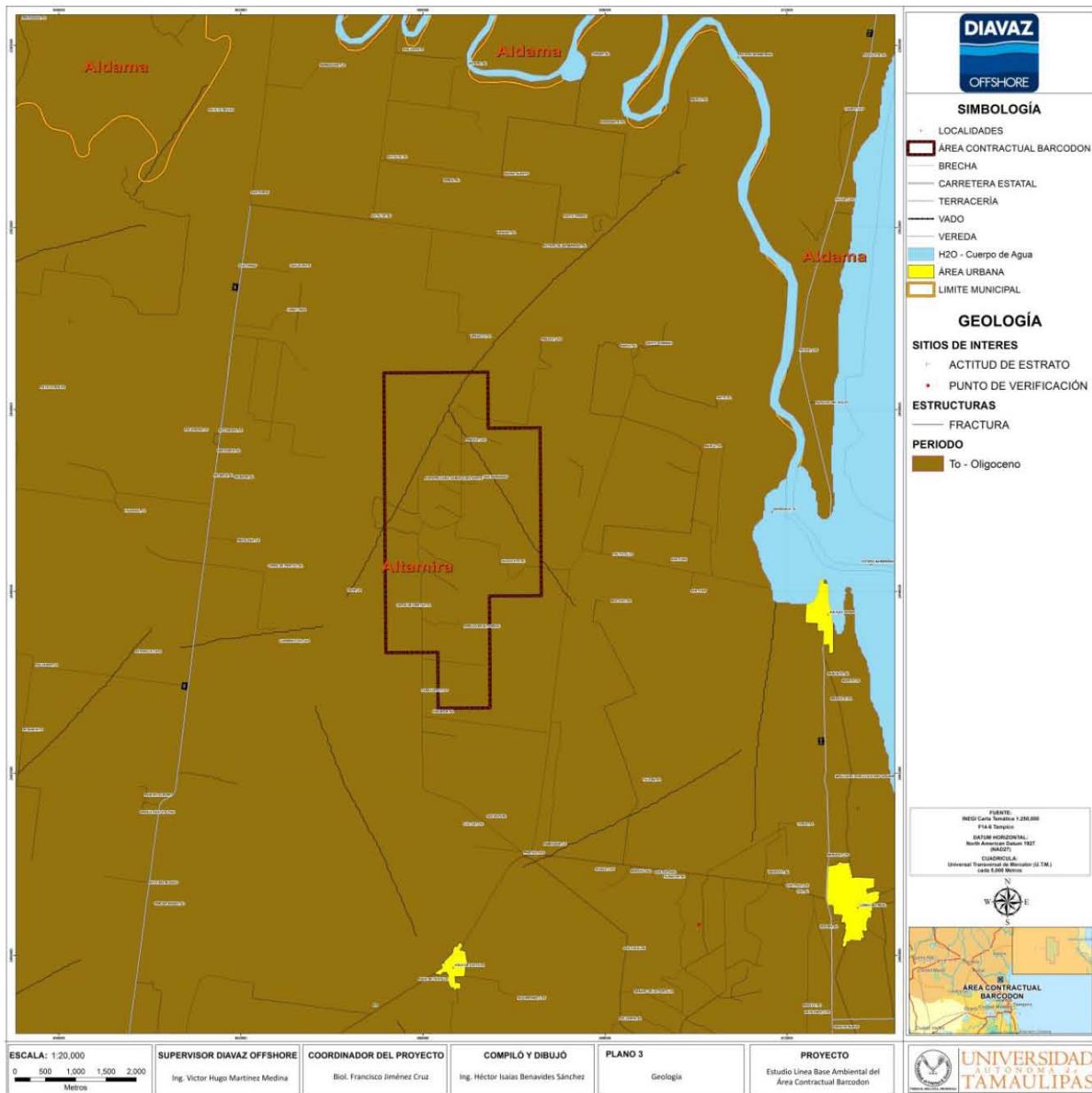


Figura 8.1.2.3-4.- Geología del Área Contractual Barcodón.



**Tabla 8.1.2.3-1.-** Unidad geológica Área Contractual Barcodón.

ROCAS	PERÍODO	ÁREA, m <sup>2</sup>	HAS	Km <sup>2</sup>	PORCENTAJE
Lutita-arenisca	To - Oligoceno	11,065,759.4765	1,106.5759	11.0658	100.00%

#### 8.1.2.3.2.1 Geología estructural

Estructuralmente, la región se caracteriza por presentar pliegues anticlinales y sinclinales en las rocas cretácicas, donde los ejes de las estructuras presentan una orientación norte – sur; se observan estructuras simétricas, asimétricas, en cofre, buzantes y recumbentes hacia el este, aunque en la zona sólo se observa una gran estructura anticlinal simétrica. Las rocas terciarias forman un monocinal con echado muy suave hacia el este cubierto parcialmente por rocas basálticas. Esta secuencia se encuentra afectada por varios troncos de composición básica.

De lo anterior, se puede determinar que en la zona hubo dos fases tectónicas de deformación; la primera, de compresión, se inició durante el Cretácico Tardío y culminó en el Terciario Temprano y fue la que originó el plegamiento y dislocación por fallas inversas de las rocas sedimentarias cretácicas y de la generación de la cuenca Tampico – Misantla. La segunda fase tectónica de deformación fue de carácter distensivo y está evidenciada por las fallas normales del área y por el vulcanismo básico.

Las fallas y fracturas son planos de ruptura dentro de una unidad litológica, a pesar de estar consideradas como inactivas, crean bloques independientes susceptibles a tener movimiento por cambios en su entorno, como pueden ser la sobreposición o extracción de materiales pétreos, asentamientos urbanos, construcción de vías de comunicación y/o infraestructura, entre otros. En caso de que se llegara a dar un movimiento o reactivación, es capaz de provocar daños severos dependiendo de su intensidad, dirección y de la superficie o infraestructura que afecte: estaciones de gas, gasolineras e infraestructuras petroleras, como es el caso de los ductos.



En el Área Contractual Barcodón se encuentran seis fracturas geológicas que pertenecen a un régimen inactivo. Figura 8.1.2.3-3.

#### 8.1.2.3.3 Relieve

Las formas del relieve son resultado de la acción de varios factores entre los cuales merecen especial atención el material del cual están constituidas, la historia geológica y el proceso que lo originó llámeselo estructural, denudacional, aluvial, coluvial, diluvial, entre otros.

El relieve en el Área Contractual Barcodón está representado por llanuras inundables. Figura 8.1.2.3-5 y Fotografía 8.1.2.3-1. En donde se aprecia que no existe una variación mayor de elevaciones a 30 m.



**Fotografía 8.1.2.3-1.-** Relieve característico del Área Contractual Barcodón clasificado como lomeríos.

Así mismo el Área Contractual Barcodón, se ubica fuera de las regiones con potencial de deslizamiento el cual ratifica la información anterior y no existe riego alguno por corrimiento de tierras. Figura 8.1.2.3-5.

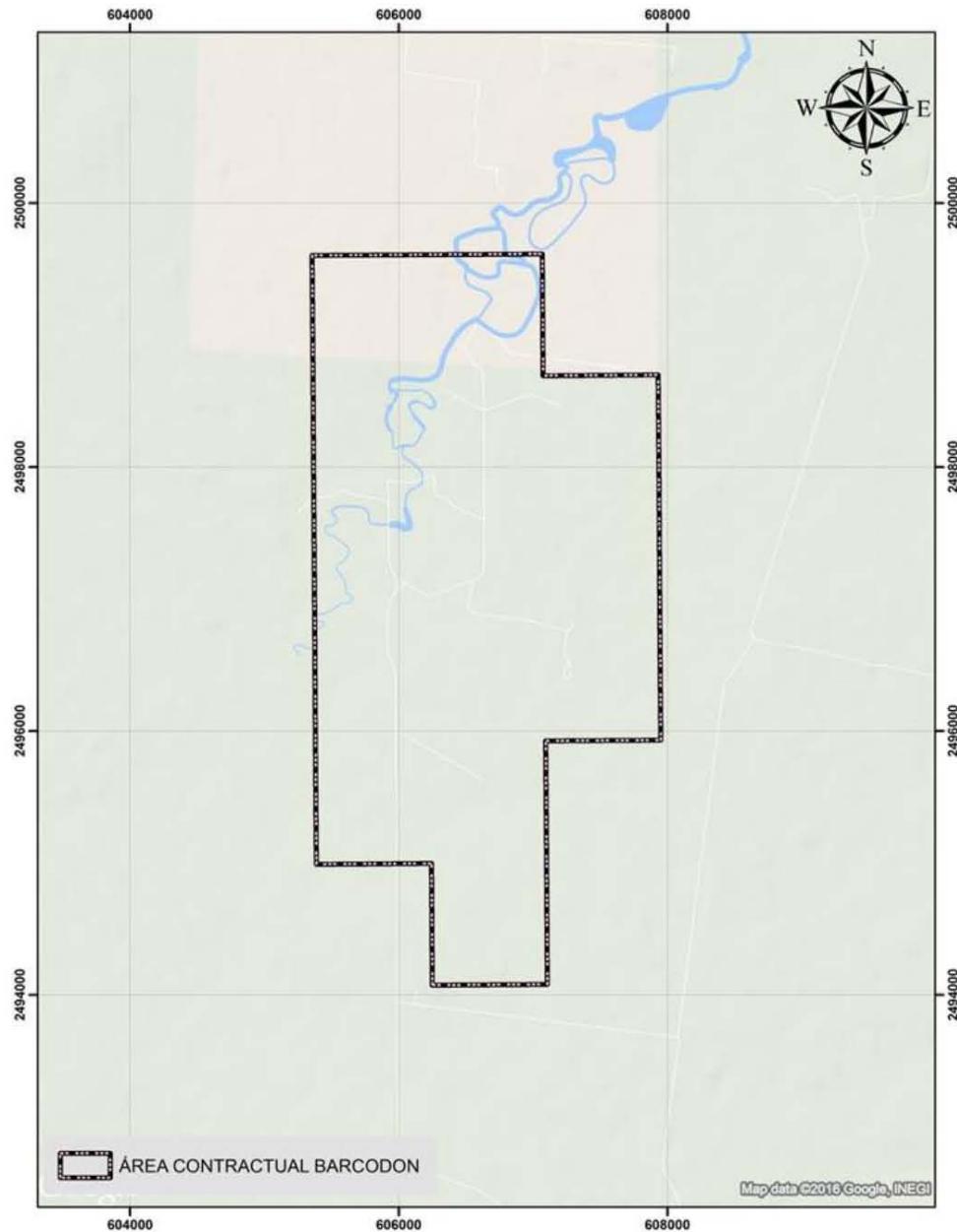


Figura 8.1.2.3-5.- Relieve del Área Contractual Barcodón.

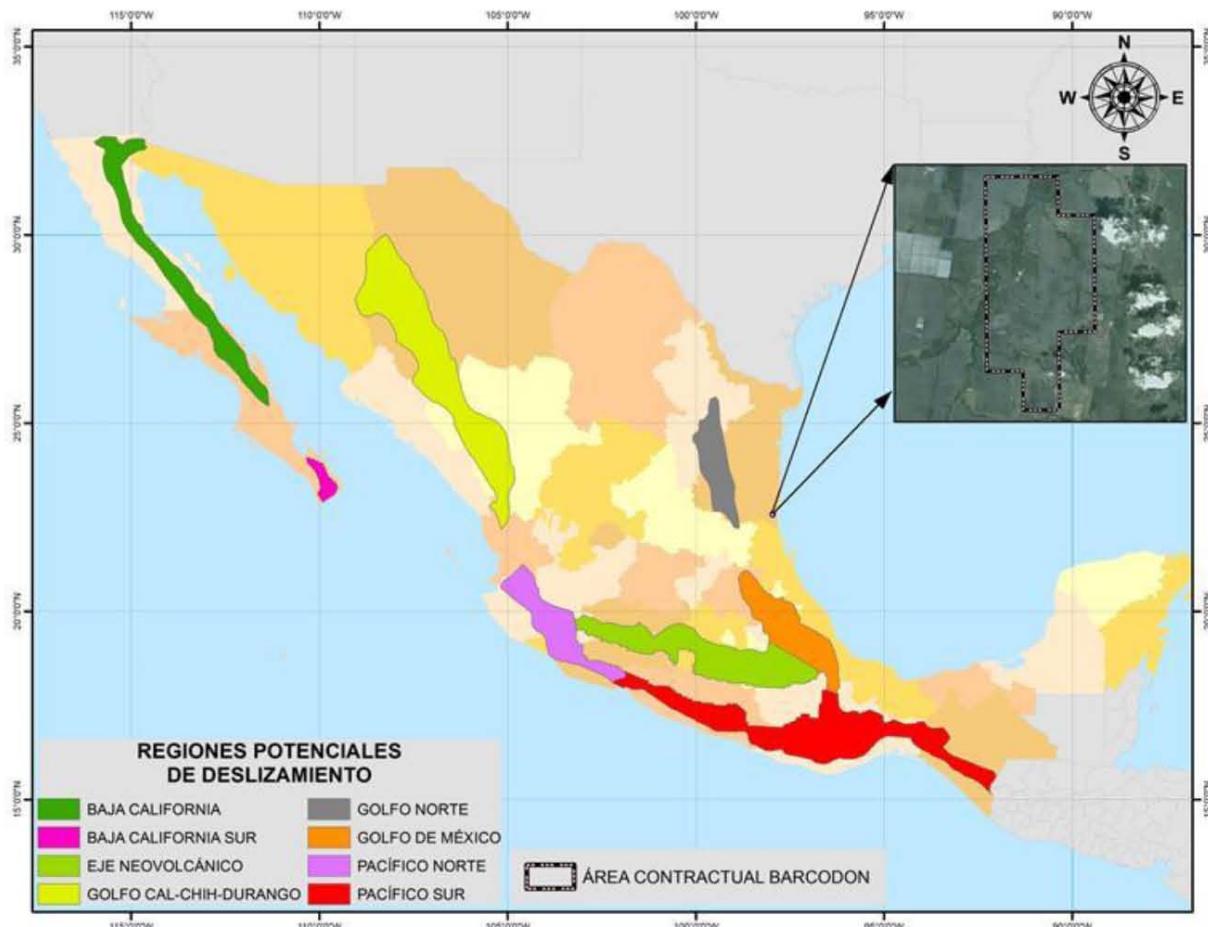


Figura 8.1.2.3-6.- Zonas con potencial de deslizamiento de tierras, CENAPRED, 2012.

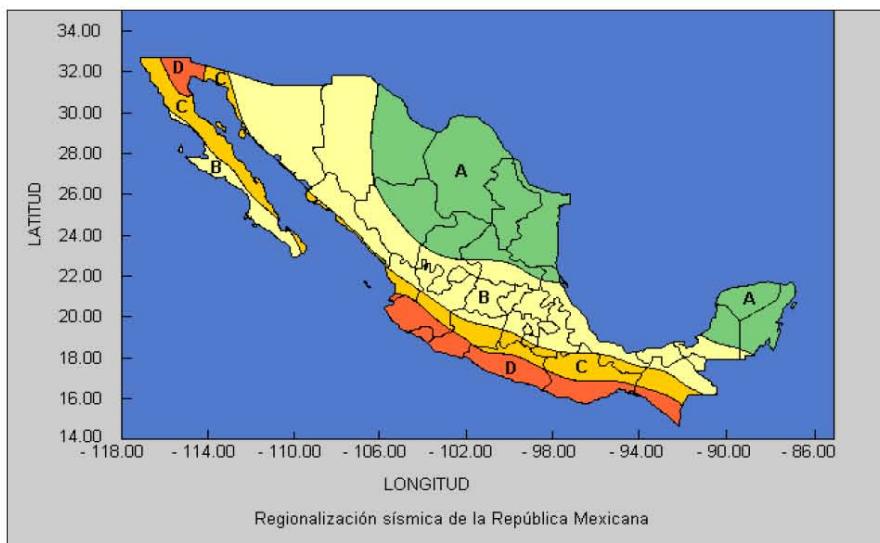
#### 8.1.2.3.4 Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas; esta división se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de la frecuencia de los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La descripción de cada una de las zonas se indica a continuación:



- La zona A, aquí no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores, es la zona con menos actividad sísmica en toda la República Mexicana.
- Las dos zonas B y C, se definen como intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo, así como la continua presencia de focos sísmicos en áreas perfectamente definidas del país.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

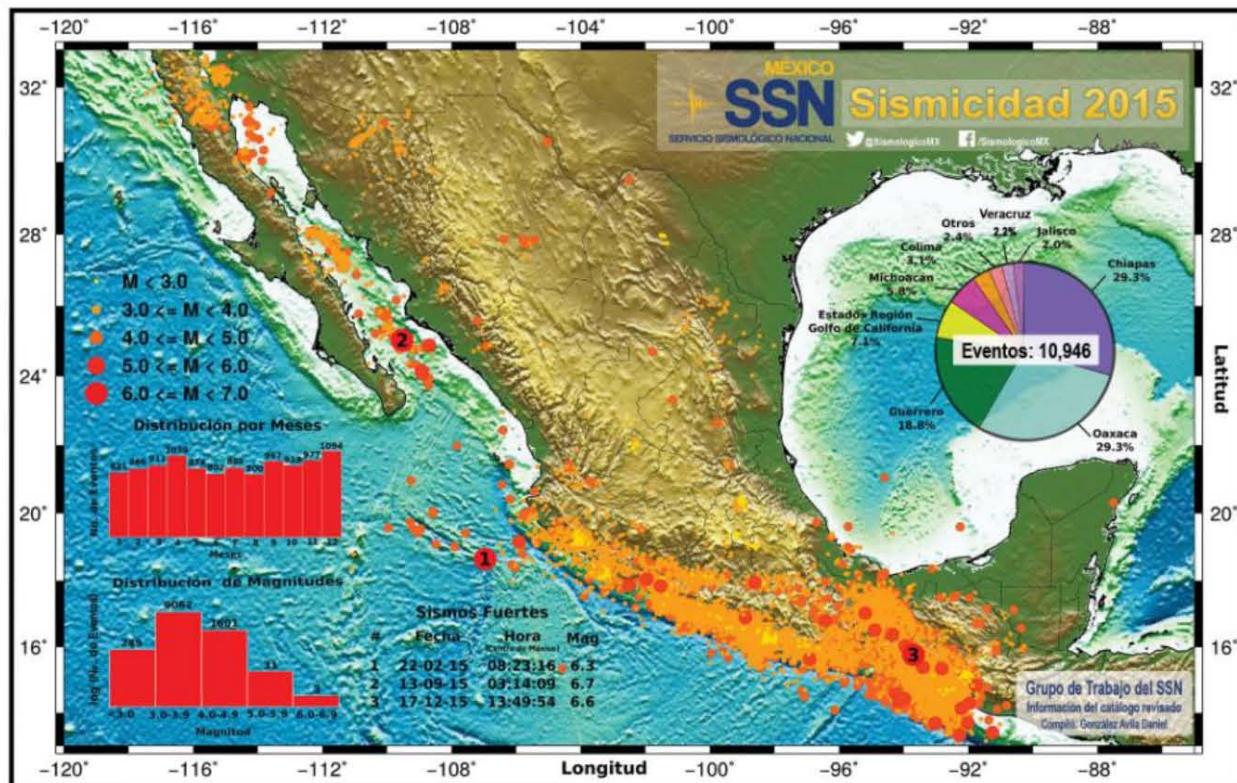
El Área Contractual Barcodón se encuentra dentro de la zona sísmica “A” de acuerdo con el plano de regionalización sísmica de la República Mexicana de la CFE (1993), que es la zona de menor intensidad sísmica en todo el territorio nacional; debido a su ubicación en la placa tectónica Norteamericana, alejada del frente de colisión con la placa de Cocos. Sin embargo, de acuerdo a la base de datos del Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM, se han registrado algunos eventos cercanos al Área con intensidad de 4° Richter o menos. Figuras 8.1.2.3-7, 8.1.2.3-8 y Tabla 8.1.2.3-2.



**Figura 8.1.2.3-7.- Zonificación Sísmica del Área Contractual Barcodón.**

**Tabla 8.1.2.3-2.-** Sismos más cercanos al Área Contractual Barcodón.

Profundidad (Km)	Magnitud (Richter)	Hora	Epicentro	Fecha
11,00	4,00	21:36	Tocoy, SLP	21/07/2011
8,00	4,00	08:05	Tamápatz, SLP	27/06/2011
8,00	4,00	11:08	Tamápatz, SLP	26/03/2011
5,00	4,00	18:06	Rayón, SLP	21/03/2008



**Figura 8.1.2.3-8.-** Sismos ocurridos en México el año 2015.



### **8.1.2.4 Hidrología**

#### **8.1.2.4.1 Metodología**

La descripción y análisis de la hidrología para el Área Contractual Barcodón, se realiza con información constituida por diversas fuentes: documental, cartográfica y digital. Con respecto a la consulta de documentos oficiales, la identificación de hidrología superficial y subterránea se realizó con base en las cartas hidrológicas con escala de 1:250,000 de INEGI 2001 la información extraída de estas cartas fue verificada en campo, realizando diferentes muestreos de agua, para tener las condiciones actuales. La selección de los sitios de muestreo se realizó de acuerdo con el sistema de escurrimientos y presas en cartografía y recorrido de campo. Se ubicaron los sitios con sus coordenadas UTM, se tomaron las muestras y se realizaron análisis fisicoquímicos por un laboratorio con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

#### **8.1.2.4.2 Hidrología superficial**

##### **8.1.2.4.2.1 Regiones Hidrológicas (RH), cuencas y subcuencas**

El Área Contractual Barcodón se localiza en la Región Hidrológica número 25 (RH25), San Fernando-Soto La Marina, en la cuenca Laguna de San Andrés-Morales (A), subcuenca Río Barberena (b).

##### **Región Hidrológica 25 San Fernando Soto La Marina**

Tiene una extensión superficial de 54,961 km<sup>2</sup>, recibe una precipitación normal anual promedio de 757 mm, registra un escurrimiento natural medio superficial interno y total de 4,842 hm<sup>3</sup>/año y está integrada por 45 cuencas hidrológicas.

Cubre el 55,56% de la superficie del estado de Tamaulipas, drenando las aguas del centro y este de la entidad hacia los ríos Soto la Marina y San Fernando y las lagunas Madre, San Andrés y Morales; para verter finalmente sus aguas al Golfo de México. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio



estatal que cobijan son: Laguna de San Andrés-Laguna Morales (8,02%), Río Soto la Marina (23,93%), Laguna Madre (12,31%) y Río San Fernando (11,3%). Figura 8.1.2.4-1 y Tabla 8.1.2.4-1.

El río Soto la Marina nace en la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León con el nombre de río Blanco, al ingresar a Tamaulipas toma en nombre de río Purificación y después de la presa Vicente Guerrero toma el nombre de río Soto la Marina. Tiene una longitud 416 km y una cuenca 21,183 km<sup>2</sup>. Desemboca en el golfo de México, específicamente en la Laguna Madre.

El río San Fernando nace en el cerro del Potosí, en Nuevo León, con el nombre de río Potosí, luego al unírsele el río Pablillo toma el nombre de río Conchos que por un corto tramo sirve de límite entre los estados Nuevo León y Tamaulipas; al pasar por el municipio de San Fernando toma el nombre de río San Fernando. Tiene una longitud 400 km y una cuenca 17,744 km<sup>2</sup>; desemboca en el Golfo de México, específicamente en la Laguna Madre.



Figura 8.1.2.4-1.- Regiones Hidrológicas de México.

**Tabla 8.1.2.4-1.-** Características de la Región Hidrológica 25, San Fernando-Soto La Marina.

CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA 25, San Fernando-Soto La Marina (RH-25)	
Extensión Territorial Continental (km <sup>2</sup> )	54 961
Precipitación normal anual 1971-2000 (mm)	757
Escurrimiento natural medio superficial interno (hm <sup>3</sup> /año)	4 842
Escurrimiento natural medio superficial total (hm <sup>3</sup> /año)	4 842
Importaciones (+) o exportaciones (-) de otros países (hm <sup>3</sup> /año)	0
Número de cuencas hidrológicas	45

Fuente: Atlas Digital del Agua, 2010, CONAGUA.

### Cuenca RH25-A, Laguna San Andrés-Morales

Las lagunas que corresponden a esta cuenca se ubican en sus extremos, sobre la costa; en la parte norte se encuentra la Laguna Morales y en la parte sur la de San Andrés. Las corrientes que aportan mayor caudal a la cuenca son las siguientes: Río San Rafael o Carrizal que desemboca en el centro de la misma, en un lugar conocido como Barra del Tordo, y ríos Barberena y Tigre o Cachimbos, que desembocan en la laguna San Andrés.

La Laguna San Andrés se ubica entre los paralelos 22° 32' y 22° 47' de latitud norte y los meridianos 97° 41' y 97° 54' de longitud oeste, tiene una superficie de 8,300 Ha. (Figura 8.1.2.4-2).

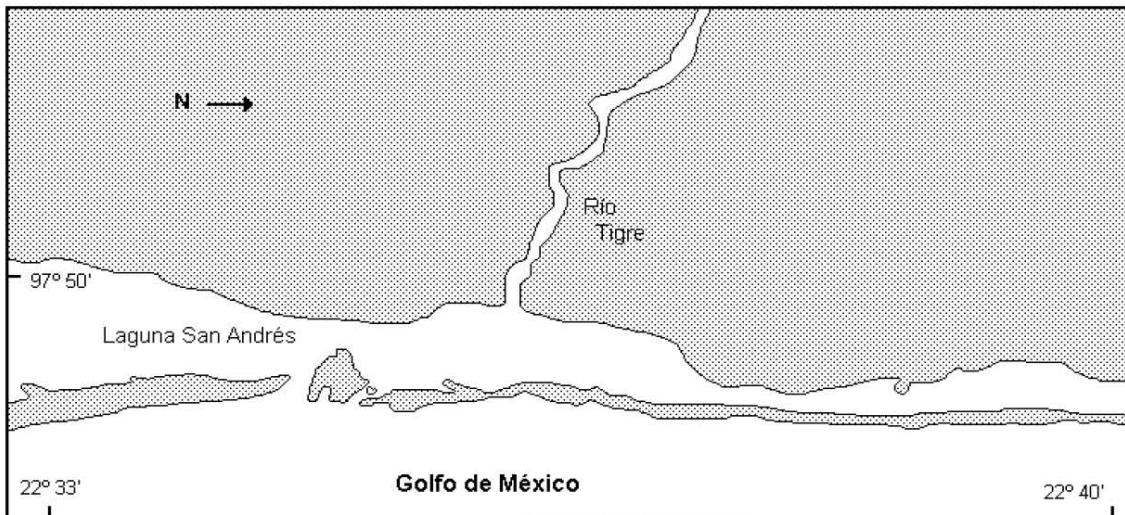


Figura 8.1.2.4-2.- Laguna San Andrés.

La Laguna Morales se ubica entre los paralelos 23° 37' y 23° 46' de latitud norte y entre los meridianos 97° 44' y los 97° 47' de longitud oeste, tiene una superficie de 6,522 Ha.

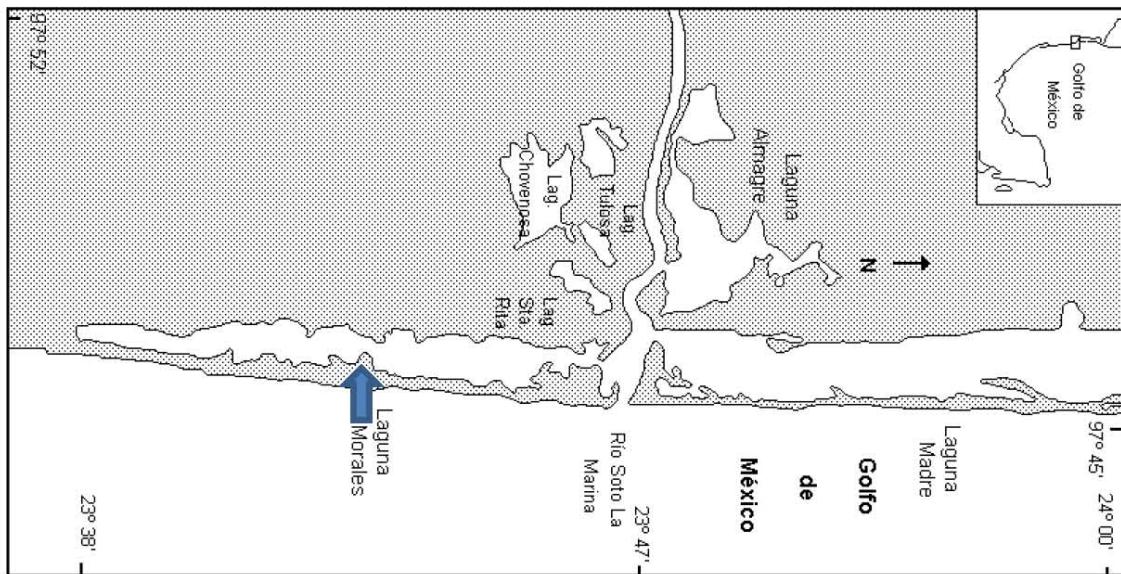


Figura 8.1.2.4-3.- Laguna Morales.



Las dos lagunas tienen un mismo origen: Tipo III. Plataforma de barrera interna: Depresiones inundadas en los márgenes internos del borde continental, al que rodean superficies terrígenas en sus márgenes internos y al que protegen del mar barreras arenosas producidas por corrientes y olas. La antigüedad de la formación de la barrera data del establecimiento del nivel del agua actual, dentro de los últimos 5 mil años. Los ejes de orientación paralelos a la costa. Batimétricamente son típicamente muy someros, excepto en los canales erosionados, modificados principalmente por procesos litorales como actividad de huracanes o vientos; se localiza sedimentación terrígena. Laguna costera típica.

### **Subcuenca hidrológica RH25-A-b, Río Barberena**

Cuenta con una superficie de escurrimiento de 2,220 km<sup>2</sup>. El volumen de escurrimiento medio anual es de 62,160 miles de m<sup>3</sup>. El Río Barberena está ubicado en la parte norte del municipio de Altamira, sirve como límite entre los municipios de Aldama y Altamira, nace en la Sierra de Tamaulipas.

En esta cuenca se han registrado frecuentes perturbaciones ciclónicas provenientes del Golfo de México, las que periódicamente causan crecientes de consideración (Figura 8.1.2.4-4).

### **Embalses y cuerpos de agua**

La superficie de todos los cuerpos de agua suma 435 649 m<sup>2</sup>: De los cuales 289 328,47 m<sup>2</sup> corresponden a cuerpos de agua perennes y 146 320,53 son cuerpos de agua intermitentes.

Los cuerpos de agua perennes son el estero “Esteros” y dos bordos; todos corresponden a sistemas lénticos.

El estero recorre 3,10 km dentro del Área Contractual Barcodón, de suroeste a noreste.

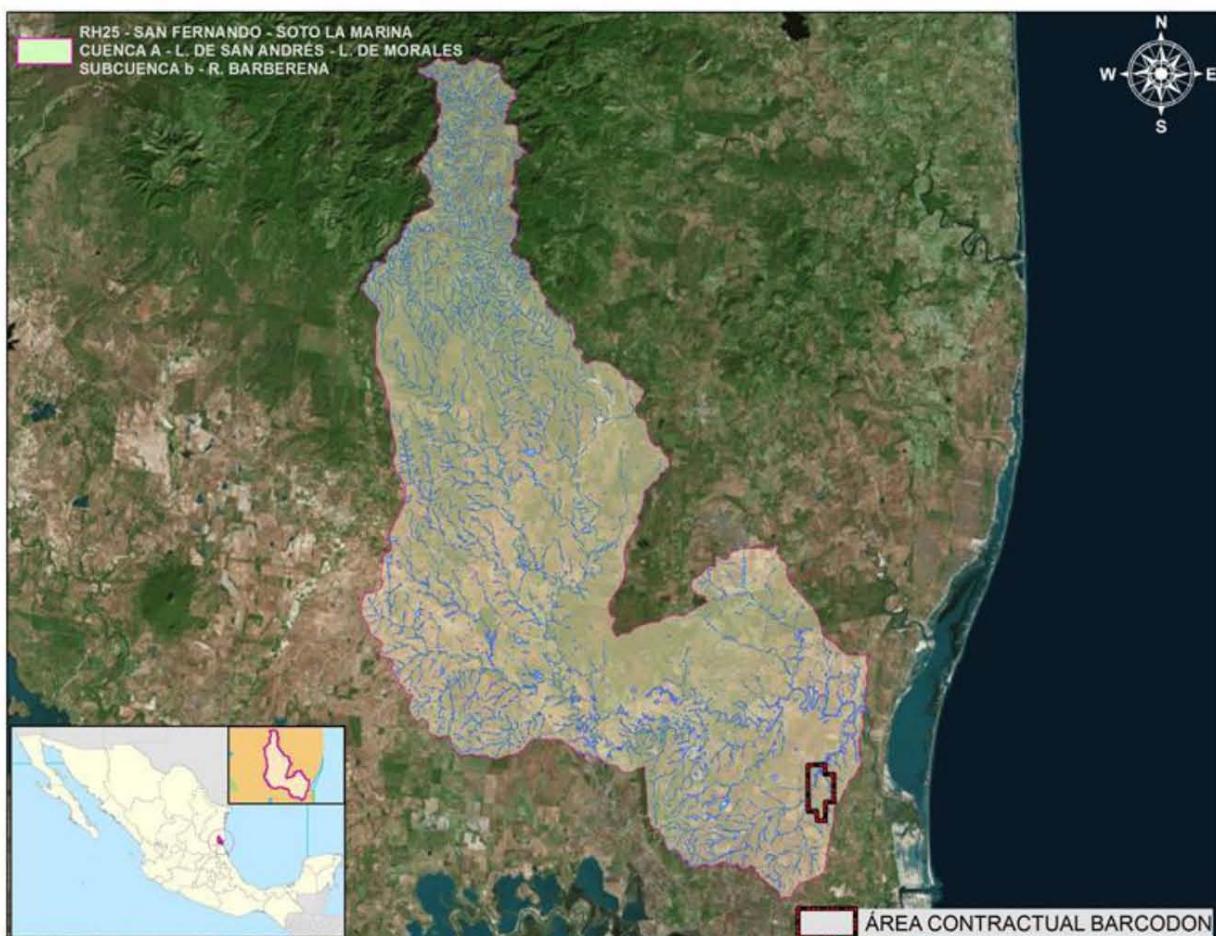


Figura 8.1.2.4-4.- Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.2.4.2.1.1 Coeficiente de escurrimiento

Existen áreas en donde el escurrimiento tiende a ser uniforme debido a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media principalmente. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que drena superficialmente. De acuerdo a su variación en el país estos coeficientes se agrupan en 5 rangos que presentan las condiciones del escurrimiento. Los rangos considerados son: del 0 al 5%, de 5 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 30% y mayor de 30%.



En el Área Contractual Barcodón el 100 % de la superficie corresponde a coeficiente de escurrimiento del 10 al 20%, Tabla 8.1.2.4-2.y Figura 8.1.2.4-5.

**Tabla 8.1.2.4-2.-** Coeficiente de escurrimiento del Área Contractual Barcodón

DESCRIPCIÓN	ÁREA, m <sup>2</sup>	HAS	Km <sup>2</sup>	PORCENTAJE
Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%	11,066,103.5113	1,106.6104	11.0661	100%

#### **Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%**

Los horizontes de arenisca, cuyo tamaño varía de fino a medio, con escaso cementante y fragmentación moderada, facilitan un escurrimiento medio.

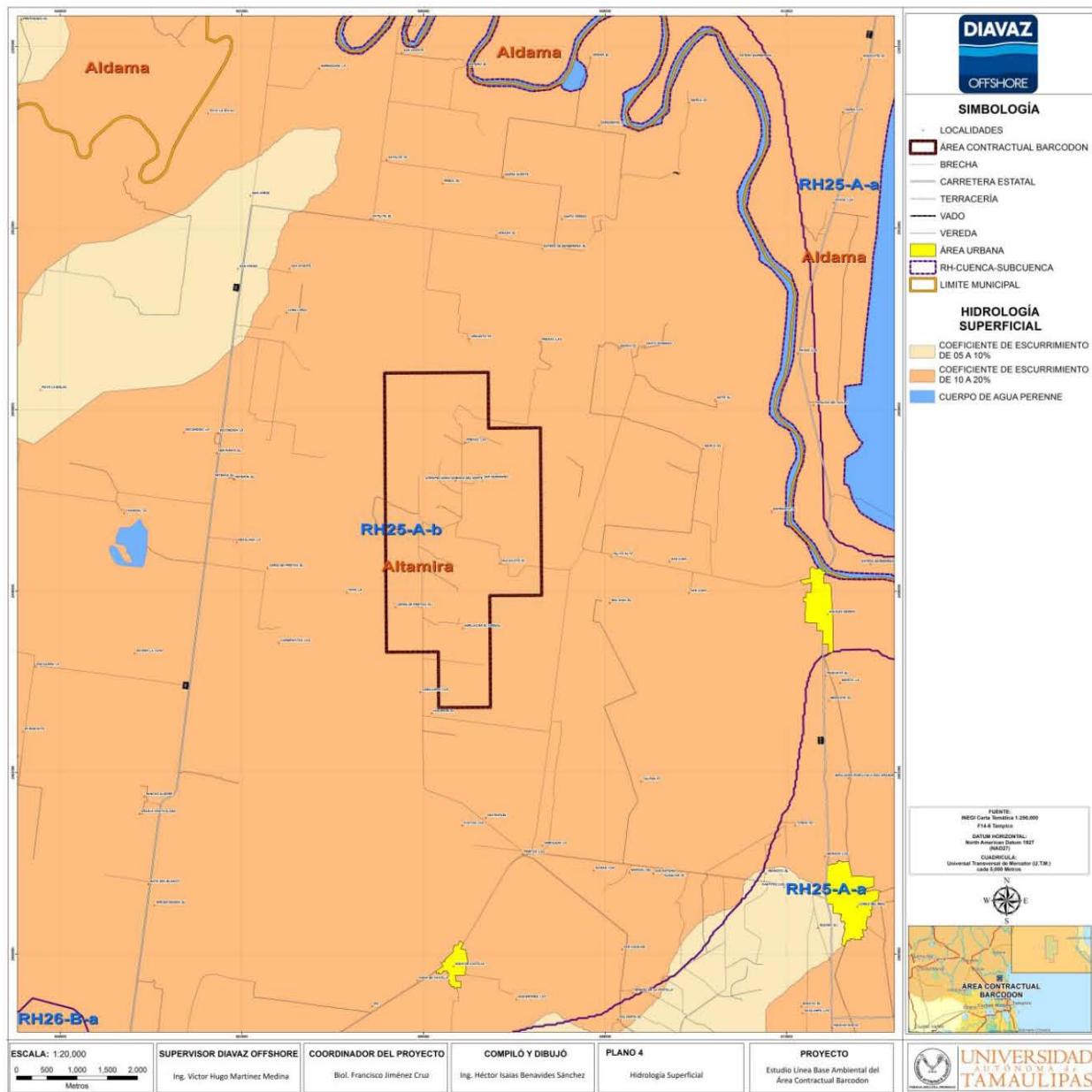


Figura 8.1.2.4-5.- Coeficiente de escurrimiento del Área Contractual Barcodón



#### 8.1.2.4.2.1.2 Patrón de drenaje

Es el conjunto de canales, ríos, lagos y arroyos existentes en una cuenca hidrográfica. Todos los sistemas de drenaje están compuestos por una red interconectada de corrientes que, juntas, forman modelos concretos. Estos modelos de drenaje responden a los tipos de rocas o modelos estructurales de fallas y pliegues presentes.

Cuenca exorreica: Es aquella en la que el punto de salida se localiza en los límites de la cuenca y a su vez la descarga se vierte en una corriente o en el mar.

Drenaje dendrítico: Es el patrón que más frecuentemente se presenta y se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Su presencia indica suelos homogéneos, y generalmente se presenta en áreas de rocas sedimentarias blandas, tobas volcánicas, depósitos glaciales y antiguas llanuras costeras (Figura 8.1.2.4-6).

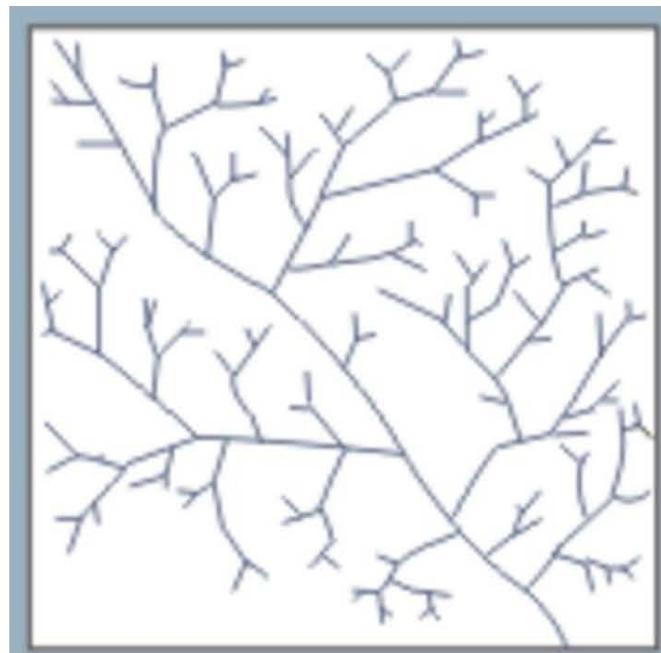


Figura 8.1.2.4-6.- Patrón de drenaje dendrítico.



El tipo de cuenca donde se ubica el Área Contractual Barcodón es exorreica, con un patrón de drenaje dendrítico.

#### **8.1.2.4.3 Hidrología Subterránea**

Las aguas subterráneas que se depositan en los acuíferos del país son vitales para garantizar los abastecimientos de agua de la población urbana, pues gran parte de las ciudades y localidades dependen de ellas. Igualmente importantes son para la agricultura, industria, comercio y servicios.

##### **8.1.2.4.3.1 Acuíferos**

EL agua subterránea del país se deposita en los acuíferos que se definen como cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. LAN.- Artículo 3 Fracción II. El país se ha subdividido en 653 acuíferos o unidades hidrogeológicas. Los acuíferos del país presentan diferentes estatus de disponibilidad o en déficit, estos últimos se debe a que han sido sobreexplotados. Los acuíferos sobreexplotados son aquellos en el que la extracción del agua subterránea supera al volumen de recarga media anual, de tal forma que la persistencia de esta condición por largos periodos de tiempo ocasiona alguno o varios de los siguientes impactos ambientales: agotamiento o desaparición de manantiales, lagos, humedales; disminución o desaparición del flujo base en ríos; abatimiento indefinido del nivel del agua subterránea; formación de grietas; asentamientos diferenciales del terreno; intrusión marina en acuíferos costeros; migración de agua de mala calidad. Estos impactos pueden ocasionar pérdidas económicas a los usuarios y a la sociedad.

El Área Contractual Barcodón se ubica sobre el acuífero Bajo Zona Sur, con clave 2813, que cuenta con una disponibilidad de 8.438593 millones de metros cúbicos de acuerdo a la CONAGUA 2015, publicado en D.O.F. el 20 de abril del 20015.



#### 8.1.2.4.3.1.1 Acuífero Zona Sur, 2813

Comprendiendo una superficie de 1,834 km<sup>2</sup> de la porción sur del estado de Tamaulipas. La zona se encuentra delimitada por los paralelos 22° 14' y 22° 45' de latitud norte y los meridianos 97° 47' y 98° 20' de longitud oeste.

Colinda al norte con el acuífero Aldama – Soto La Marina, al oriente con el Golfo de México, al occidente con el acuífero Llera – Xicoténcatl y al sur con el acuífero Tampico – Misantla del estado de Veracruz.

El acuífero se localiza totalmente dentro de los municipios de Altamira, Tampico y Ciudad Madero y algunas pequeñas porciones del municipio de Aldama; destacando en él las poblaciones de Tampico, Altamira, El Fuerte, Cervantes, Cuauhtémoc, Lindavista, San Antonio y El Palmar (Figura 8.1.2.4-7).

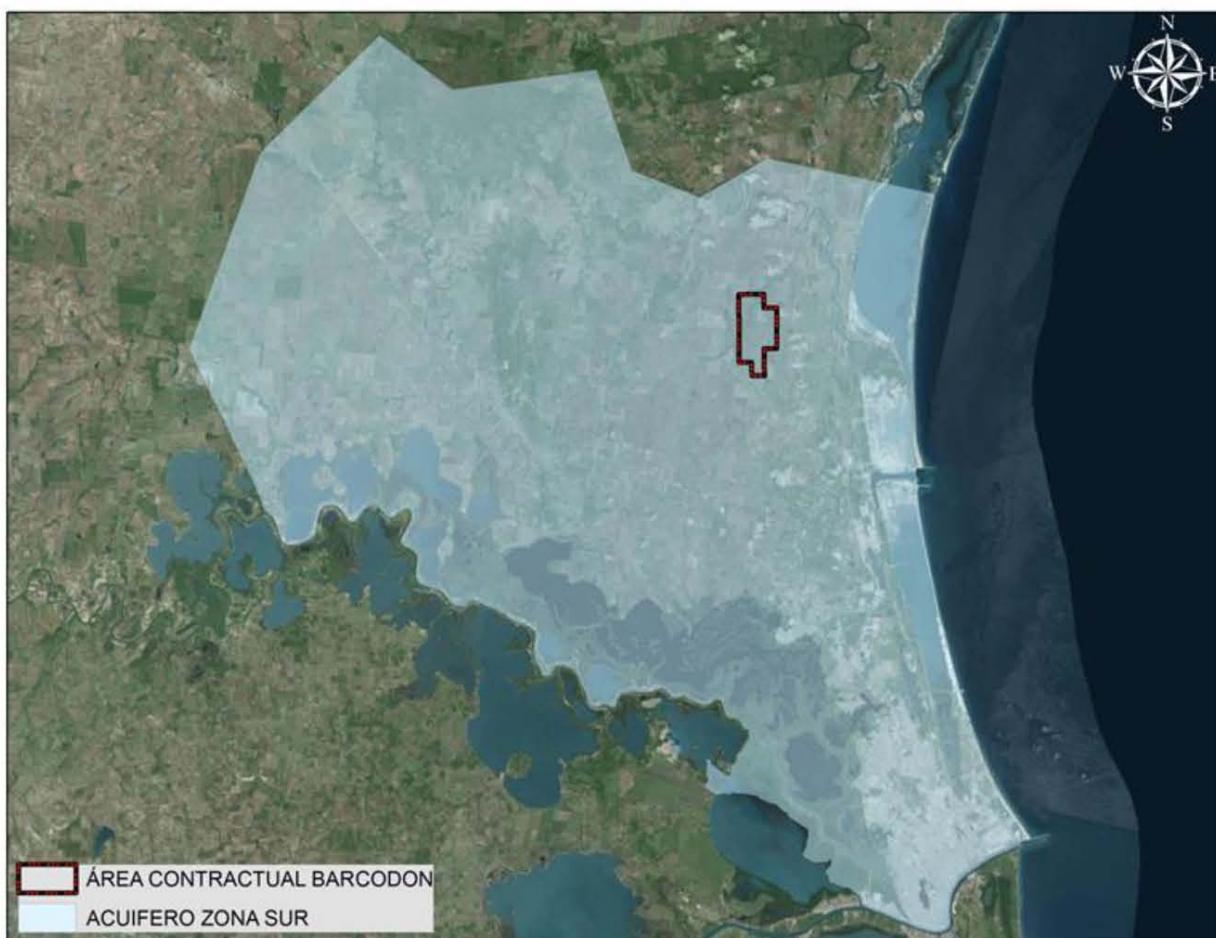


Figura 8.1.2.4-7.- Acuífero Zona Sur.

#### 8.1.2.4.3.2 Tipos de Acuífero

##### 8.1.2.4.3.2.1 Acuífero Zona Sur (2813)

De acuerdo con la información obtenida, corresponde con un **acuífero libre granular**, constituido principalmente por arenas, aunque en algunas zonas puede comportarse como de tipo semiconfinado, debido a la presencia de arcillas, en general con buena permeabilidad y niveles estáticos entre 1 y 13 m de profundidad.



#### 8.1.2.4.3.3 Unidades geohidrológicas

Material (roca o suelo) o conjunto de materiales, cuyas características fisicoquímicas les permiten, en diferente grado, almacenar y transmitir el agua subterránea y las posibilidades acuíferas. La clasificación de las unidades geohidrológicas presentada por el INEGI, toma en cuenta las características físicas de las rocas, así como las de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolas en dos grupos: material consolidado y material no consolidado, con posibilidades bajas, medias, o altas de funcionar como acuífero.

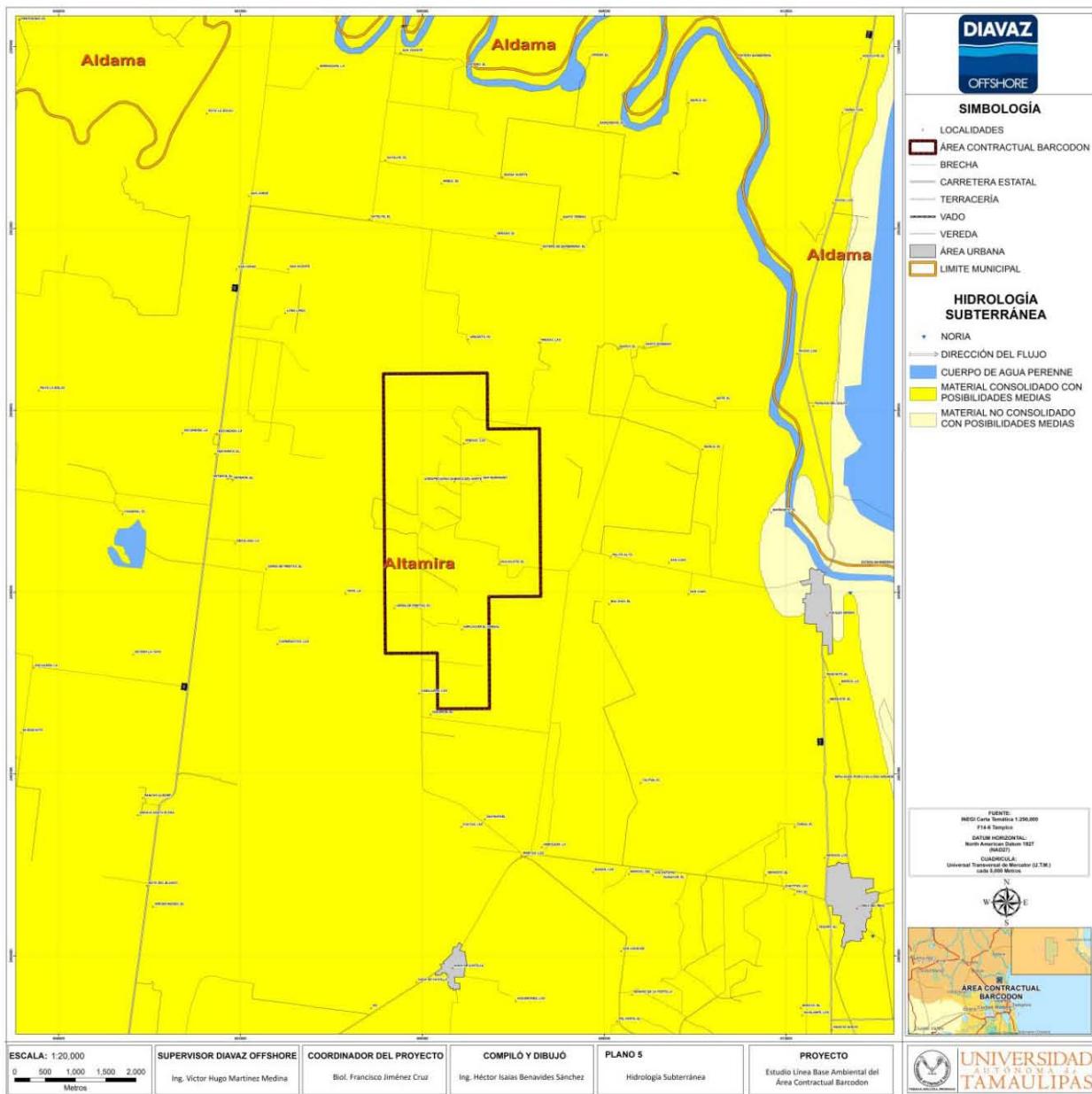
A continuación se describe la unidad geohidrológica presente en el polígono del Área Contractual Barcodón, en la Tabla 8.1.2.4-3 y Figura 8.1.2.4-8 se observa que el 100% del Área está formada por material consolidado con posibilidades medias.

**Tabla 8.1.2.4-3.-** Unidad Geohidrológica presente en el polígono del Área Contractual Barcodón.

DESCRIPCIÓN	ÁREA	HAS	Km <sup>2</sup>	PORCENTAJE
Material consolidado con posibilidades medias	11,066,103.3764	1,106.6103	11.0661	100.00%

#### Material consolidado con posibilidades medias

Material consolidado de permeabilidad media. La roca que aflora en esta unidad es una secuencia de lutita-arenisca, de las formaciones Midway, Wilcox, Mount Selman y Cook Mountain del Terciario. Estas formaciones son más bien impermeables, pero debido a los horizontes de arenisca, cuyo tamaño de grano varía de fino a medio, con escaso cementante y fragmentación moderada, han facilitado una infiltración media.



**Figura 8.1.2.4-8.-** Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Barcodón.

### Pozos de agua

Dentro del Área Contractual Barcodón no hay pozos de agua.



#### 8.1.2.4.3.4 Infiltración

El agua precipitada sobre la superficie de la tierra, queda detenida, se evapora, discurre por ella o penetra hacia el interior.

La infiltración se define como la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, esta cantidad de agua quedará retenida en el suelo o alcanzará el nivel freático del acuífero, incrementando el volumen de éste.

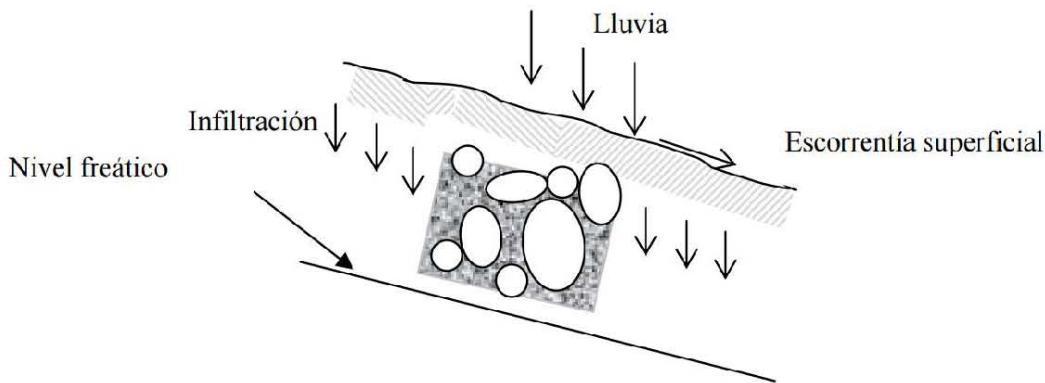


Figura 8.1.2.4-9 Infiltración

Existen diversos factores que influyen tanto en el origen de la infiltración como en la cantidad de agua infiltrada:

La precipitación es un factor externo a las propiedades del terreno. La existencia de precipitación es la causa de que exista infiltración siempre y cuando se supere un cierto umbral mínimo exigible.

Ortiz y Ortiz (1980), mencionan que los factores principales que determinan la magnitud del movimiento del agua por infiltración son:

1. Textura. Los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. En un suelo arenoso se favorece la infiltración.



2. Estructura. Suelos con grandes agregados estables en agua tienen proporciones de infiltraciones más altas.
3. Cantidad de materia orgánica. Altas proporciones de materia orgánica sin descomponer propician que una mayor cantidad de agua entre al suelo.
4. Profundidad del suelo a una capa endurecida “hardpan”, lecho rocoso u otras capas impermeables influyen en la infiltración. Los suelos delgados almacenan menos agua que los suelos profundos.
5. Cantidad de agua en el suelo. En general un suelo mojado tendrá una menor infiltración que un suelo seco.
6. Temperatura del suelo. Los suelos calientes permiten mayor infiltración del agua que los suelos fríos.
7. Cantidad de organismos vivos. A mayor actividad microbiológica en los suelos habrá una mayor infiltración. Un caso típico es la elaboración de pequeños túneles por las lombrices, los cuales favorecen la infiltración y la penetración de las raíces así como la aireación.

La pendiente del terreno favorece el tránsito del agua llovida en forma de escurrimiento superficial; a mayor pendiente menor tiempo de tránsito superficial del agua y menor permanencia de agua en el terreno y menor infiltración.

La vegetación favorece la retención del agua, lo que aumenta el tiempo de permanencia del agua en el terreno y, en consecuencia, la infiltración.

El análisis de la infiltración en el ciclo hidrológico es de importancia básica en la relación entre la precipitación y el escurrimiento.

Para estimar la cantidad de agua infiltrada en el Área Contractual Barcodón se aplicará la siguiente fórmula:

$$I = P - E - C$$



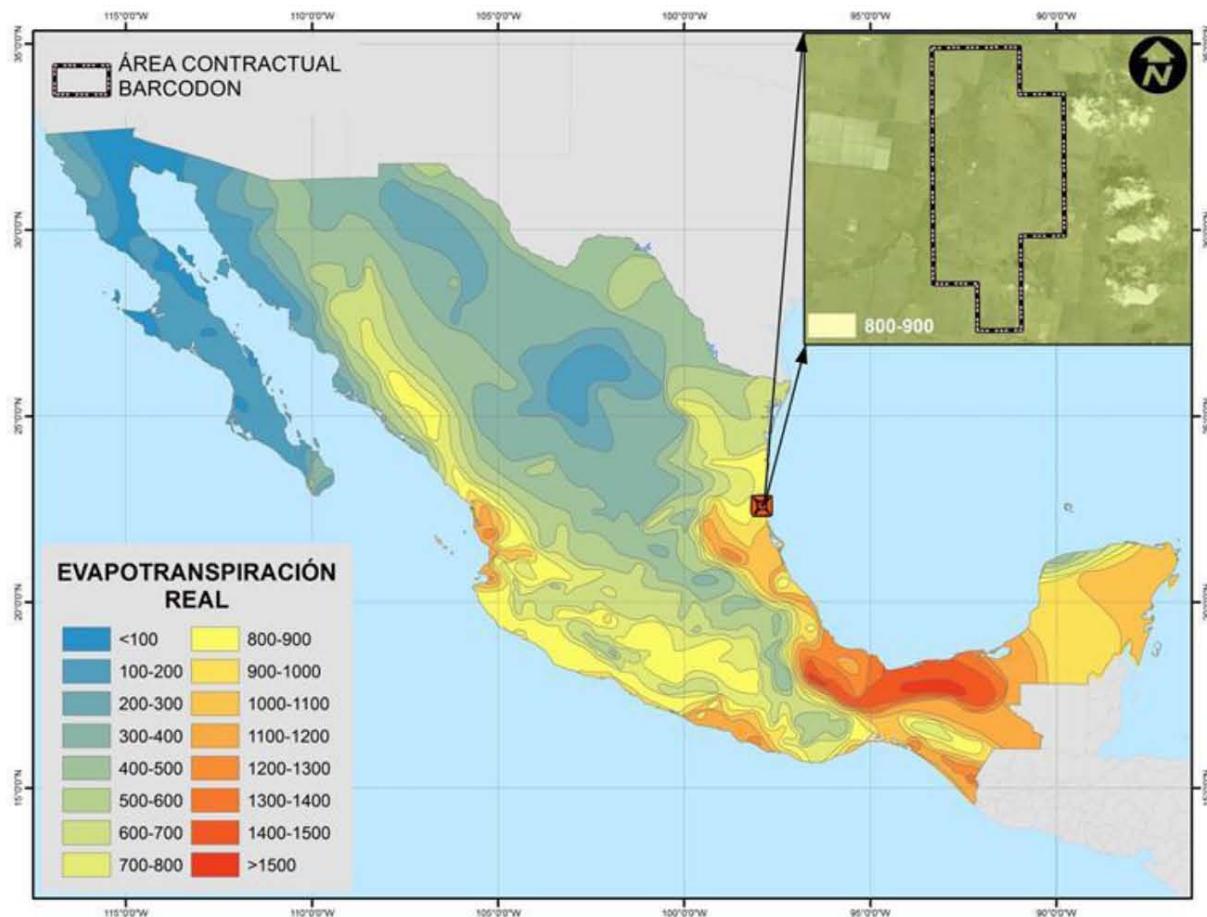
I= Infiltración, mm

P= Precipitación pluvial anual media, mm

E= Evapotranspiración real, mm

C= Escurrimiento, mm

La precipitación pluvial anual media se tomará del capítulo de Climatología y Meteorología, el escurrimiento se calculará con base en el coeficiente de escurrimiento presentado en la sección II.3.4.2.1, de este capítulo y la evapotranspiración real se tomará de la Carta de Evapotranspiración Real en la República Mexicana, CONABIO 1990, Figura 8.1.2.4-10. La fracción del total de la evapotranspiración real que se utilizará para el cálculo de la infiltración será conforme a lo dispuesto en la NOM-011-CONAGUA-2015, que dice: “El valor de esa fracción varía entre un máximo de uno, cuando el nivel freático aflora, y cero cuando éste se halla a profundidades mayores que la altura de la faja capilar de los materiales predominantes entre la superficie del terreno y el nivel freático; a falta de información, se supondrá que el valor de la fracción varía entre valores extremos linealmente según la profundidad de dicho nivel”.



**Figura 8.1.2.4-10.-** Evapotranspiración real en la República Mexicana, CONABIO, 1990.

Así obtenemos una infiltración de 67.0 mm/m<sup>2</sup>/año; es decir, 670.0 m<sup>3</sup>/ha/año.

El Área Contractual Barcodón tiene una superficie de 11,06 km<sup>2</sup> por lo que su contribución por infiltración vertical a la recarga del acuífero Zona Sur es de 741,428.97 m<sup>3</sup>/año, que tiene una recarga total de 14.8Mm<sup>3</sup>/año.



#### 8.1.2.4.3.4.1 Balance y disponibilidad de aguas subterráneas del acuífero Zona Sur

En el documento “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Zona Sur (2813), estado de Tamaulipas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015, se presenta el balance de aguas subterráneas de dicho acuífero.

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$D = R - D\text{NCOM} - V\text{CAS}$$

D= Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica

R= Recarga total media anual

DNCOM= Descarga natural comprometida

VCAS= Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA

$$D = 14.8 - 3.6 - 2.761407 = 8.438593$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de 8,438,593.00 metros cúbicos anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Zona Sur, en el estado de Tamaulipas. **En este acuífero no hay déficit de agua.**



**Tabla 8.1.2.4-4.-** Parámetros del acuífero Zona Sur.

CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
2813	ZONA SUR	14.8	3.6	2.761407	2.4	8.438593	0.000000

Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Zona Sur (2813), estado de Tamaulipas, Diario Oficial de la Federación.

R= Recarga media anual; DNCOM= Descarga natural comprometida; VCAS= Volumen concesionado de aguas subterráneas; VEXTET= Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS= Disponibilidad media anual de aguas subterráneas. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales 3 y 4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

#### 8.1.2.4.4 Calidad del Agua

La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales.

Los parámetros principales de la calidad del agua reflejan la función física y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción. Los parámetros principales (temperatura, conductividad específica, turbidez, pH, oxígeno disuelto) se pueden medir fácilmente y constituyen una manera de clasificar posibles factores de estrés para la salud del sistema acuático. Además, otras medidas de calidad del agua (nutrientes primarios, sólidos disueltos totales, metales pesados, agentes patógenos, compuestos orgánicos) ayudan a caracterizar la calidad del agua y a determinar los posibles impactos en la vida acuática y en seres humanos.

La CONAGUA tiene publicada entre sus principales indicadores de calidad del agua, la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y la concentración de sólidos suspendidos totales (SST). La DBO5 es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando



condiciones de “anoxia” que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos Ver Tabla 8.1.2.4-5.

**Tabla 8.1.2.4-5.-** Indicadores de la Calidad del Agua. Escalas de Clasificación.

CRITERIO (mg/l)	CLASIFICACIÓN	COLOR
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO<sub>5</sub>)</b>		
DBO <sub>5</sub> ≤ 3	EXCELENTE No contaminada	AZUL
3 < DBO <sub>5</sub> ≤ 6	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	VERDE
6 < DBO <sub>5</sub> ≤ 30	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	AMARILLO
30 < DBO <sub>5</sub> ≤ 120	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	NARANJA
DBO <sub>5</sub> > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	ROJO
<b>DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO</b>		
DQO ≤ 10	EXCELENTE No contaminada	AZUL
10 < DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
20 < DQO <sub>5</sub> ≤ 40	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	AMARILLO
40 < DQO ≤ 200	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	NARANJA



DBO <sub>5</sub> > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	ROJO
<b>SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)</b>		
SST ≤ 25	EXCELENTE Clase de excepción, muy buena calidad	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces	ROJO

Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA. (Modificado de Porcella, D.B. (1983). Protocol for Bioassessment of Hazardous Waste Sites, Environmental Research Laboratory, U.S.Environmental Protection Agency, Corvallis, OR, EPA 600/72-83/054, NTIS Publ. No. PB83-241737. Citado por: Burton, G. A. y Pitt E. R. (2002).Stormwater effect handbook: a toolbox for watershed managers, scientist, and engineers.Lewis Publishers. A CRC Press Company. 911 p)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5) es parámetro que se utiliza para estimar la cantidad de materia orgánica que es degradada por procesos biológicos. Un aumento en la DBO5 provoca una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que es indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. El origen de la materia orgánica susceptible a biodegradarse, son las aguas residuales domésticas.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que sirve para estimar la cantidad de materia orgánica en el agua que es oxidada o degradada por medios químicos. Este parámetro mide tanto materia



orgánica biodegradable como no biodegradable. Un aumento en este parámetro indica presencia de aguas residuales no municipales, es decir, aguas residuales provenientes principalmente de la industria.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es un parámetro fisicoquímico que mide la cantidad de material (sólidos) que se encuentran suspendidos en el agua y no pueden ser disueltos. Su presencia causa turbiedad en el agua y reducen la penetración de la luz solar en los cuerpos de agua, reduciendo la actividad fotosintética y limitando el crecimiento de plantas acuáticas. Su origen puede ser antropogénico, por medio de aguas residuales, o por procesos erosivos, principalmente en zonas agrícolas y zonas altamente deforestadas.

Es importante mencionar que el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. Por otro lado, los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

### Normatividad

Se aplicará la siguiente normatividad en la materia y en función de los resultados de recorridos de campo en el área contractual.

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales.- Muestreo.

NMX-AA-007-SCFI-2013 Análisis de agua-Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba.

NMX-AA-008-SCFI-2011 Análisis de agua-Determinación del PH-Método de prueba

NMX-AA-006-SCFI-2010 Análisis de agua-Determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas-Método de prueba



- 1.- CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua.
- 2.- NMX-AA-014-1980 Muestreo en cuerpos receptores.
- 3.- NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano
- 4.- NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental, agua para uso y consumo.
- 5.- NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano.
- 6.- NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua.
- 7.- NOM-004-CONAGUA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.
- 8.- NOM-014-COANGUA-2003, Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.
- 9.- NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos.

En la Tabla 8.1.2.4-6 se muestran los parámetros fisicoquímicos y los métodos analíticos conforme a normas citadas en dicha tabla.

**Tabla 8.1.2.4-6.-** Métodos analíticos utilizados para los parámetros.

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADES
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013	°C
Oxígeno disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001	mg/L
Alcalinidad total	NMX-AA-036-SCFI-2001	mg/L
Acides Total	NMX-AA-036-SCFI-2001	mg/L
Sólidos Totales	NMX-AA-034- SCFI-2001	mg/L
Sólidos Disueltos Totales	NMX-AA-034- SCFI-2001	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	NMX-AA-034- SCFI-2001	mg/L
Dureza Total	NMX-AA-072- SCFI-2001	mg/L
Dureza de Magnesio	NMX-AA-072- SCFI-2001	mg/L
Dureza de Calcio	NMX-AA-072- SCFI-2001	mg/L
SAAM	NMX-AA-039-SCFI-2001	Mg/L
Demanda Química de Oxígeno	NMX-AA-030-SCFI-2001	Mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	NMX-AA-028-SCFI-2001	Mg/L



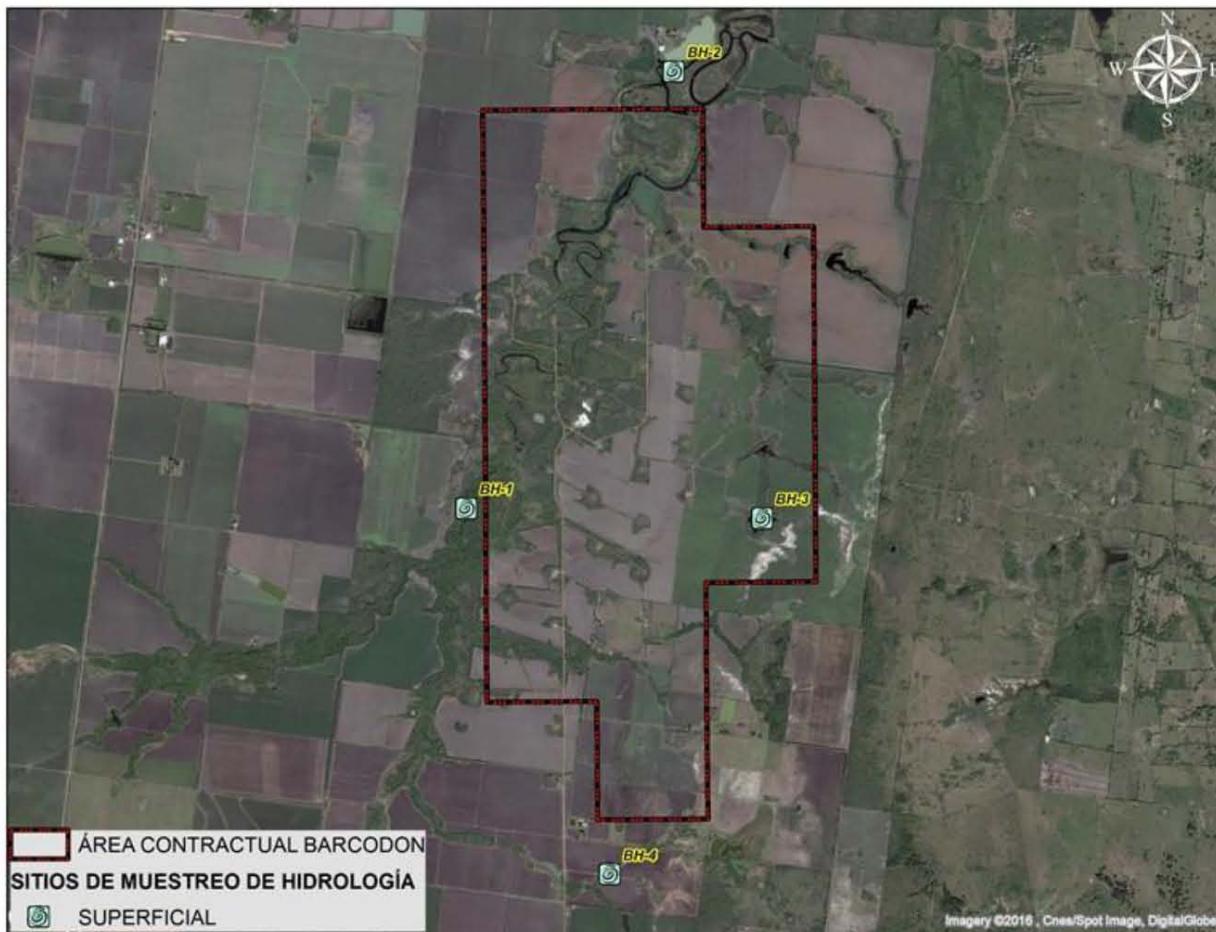
Continuación Tabla 8.1.2.4.6

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADES
Grasas y Aceites	NMX-AA-028-SCFI-2001	Mg/L
Conductividad	NMX-AA-093-SCFI-2001	µS/M
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001	Ph

Se tomaron muestras de agua superficial en cuatro sitios, no se tomaron muestras de agua subterránea debido a que en el área no hay pozos. Tabla 8.1.2.4-7 y Figura 8.1.2.4-11.

**Tabla 8.1.2.4-7.-** Coordenadas de los sitios de muestreo.

ID	COORDENADAS SITIOS DE MUESTREO	
	X	Y
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL		
BH-1	605228	2496499
BH-2	606845	2499904
BH-3	607535	2496422
BH-4	606345	2493647



**Figura 8.1.2.4-11.-** Ubicación de los sitios de muestreo.



### Sitio de muestreo BH-1, agua superficial

Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



**Fotografía 8.1.2.4-1.-** Cuerpo de agua muestreado. **Fotografía 8.1.2.4-2.-** Toma de muestras.

**Fotografía 8.1.2.4-3.-** Análisis *in situ*. **Fotografía 8.1.2.4-4.-** Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Se tomaron las muestras el día 13 de septiembre de 2016, a las 12:00. Coordenadas UTM: 605228, 2496499.

En la Tabla 8.1.2.4.8 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 8.1.2.4.8**, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-1.

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.56	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	<10	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	18	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	<0.02	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	916	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.402	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	<2	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	240 000	NMX-AA-042-SCFI-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	93 000	NMX-AA-042-SCFI-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	15	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	8.5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	93.6	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO <sub>3</sub> en mg/L	396	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	<0.1	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	483	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.09	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	1.81	NMX-AA-039-SCFI-2001

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 18 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel de “EXCELENTE: Clase de excepción, muy buena calidad”. El valor de la DBO es de <2 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE: No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable debido a que presenta trazas de grasas y aceites y el criterio aceptado para este uso es ausencia de éstas, los cloruros también están elevados para este uso; no es apta para darle un uso recreativo con contacto primario por su alto contenido de coliformes fecales (93 000 NMP/L); el criterio para este uso es: Los organismos no deben exceder de 200 como número más probable en 100 mililitros (NMP/100 ml) en agua dulce o marina, y no más del 10% de las muestras mensuales deberá exceder de 400 NMP/100 ml; no es apta para usarse como agua para riego agrícola, los coliformes fecales, los sólidos disueltos totales están elevados y sí es apta para uso pecuario.



Aproximadamente 800 metros hacia el sureste de este sitio de muestreo se encuentra un rancho con una importante cantidad de ganado y los escurrimientos con heces fecales llegan al estero; esto ha incrementado los niveles de coliformes en el agua. También el movimiento y la circulación están muy reducidos.

### Sitio de muestreo BH-2, agua superficial

Fotografías  
eliminadas por ser  
datos personales.  
Fundamento en el  
art. 113 Fracción I  
de la Ley Federal de  
Transparencia y  
Acceso a la  
Información Pública.



**Fotografía 8.1.2.4-5.-** Cuerpo de agua y toma de muestras. **Fotografía 8.1.2.4-6 y 7.-** Análisis *in situ*.

**Fotografía 8.1.2.4-8.-** Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Se tomaron las muestras el día 13 de septiembre de 2016, a las 13:00 horas. Coordenadas UTM: 606845, 2499904.



En la Tabla 8.1.2.4.9 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 8.1.2.4.9**, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-2

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.98	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	<10	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	46	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	<0.02	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	4 750	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	<0.3	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demandra Bioquímica de Oxígeno en mg/L	<2	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	<3	NMX-AA-042-SCFI-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	<3	NMX-AA-042-SCFI-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	20	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	18.5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	881	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO <sub>3</sub> en mg/L	2 420	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.141	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	3 252	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.70	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metíleno en mg/L	<0.1	NMX-AA-039-SCFI-2001

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 46 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel de “BUENA CALIDAD: Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestringido”. El valor de la DBO es de <2 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable debido a que presenta trazas de grasas y aceites y el criterio aceptado para este uso es ausencia de éstas, además los sólidos disueltos totales, la dureza y los cloruros se encuentran arriba del criterio establecido para este uso; si es apta para darle un uso recreativo con contacto primario, se encuentra por debajo del límite máximo de coliformes fecales; no es apta para usarse como agua para riego agrícola, ya que presenta la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos



totales, la dureza y los cloruros están elevados; no es apta para uso pecuario, los sólidos disueltos se encuentran elevados.

Los terrenos aledaños a esta corriente de agua son agrícolas, con uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, los cuales son transportados por los escorrentimientos alimentadores; esto ha incrementado los niveles de sólidos disueltos totales, cloruros y por lo tanto la conductividad eléctrica.

#### Sitio de muestreo BH-3, agua superficial



Fotografía 8.1.2.4-9.- Toma de muestras. Fotografía 8.1.2.4-10 y 11.- Pruebas *in situ*. Fotografía 8.1.2.4-12.- Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Se tomaron las muestras el día 13 de septiembre de 2016, a las 14:40 horas. Coordenadas UTM: 607535, 2496422.



En la Tabla 8.1.2.4.10 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 8.1.2.4.10**, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-3

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	8.31	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	<10	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	7	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	<0.02	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	379	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	<0.3	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	<2	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	<3	NMX-AA-042-SCFI-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	<3	NMX-AA-042-SCFI-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	15	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	<5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	44.1	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO <sub>3</sub> en mg/L	276	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	<0.1	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	109	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.70	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	<0.1	NMX-AA-039-SCFI-2001

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 7 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel de “EXCELENTE: Clase de excepción, muy buena calidad”. El valor de la DBO es de <2 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE: No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable debido a que presenta trazas de grasas y aceites y el criterio aceptado para este uso es ausencia de éstas; sí es apta para darle un uso recreativo con contacto primario, se encuentra por debajo del límite máximo de coliformes fecales; sí es apta para usarse como agua para riego agrícola; sí adecuada para uso pecuario.

**Sitio de muestreo BH-4, agua superficial**

Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



**Fotografía 8.1.2.4-13.-** Panorámica del sitio de muestreo. **Fotografía 8.1.2.4-14.-** Toma de muestras.

**Fotografía 8.1.2.4-15.-** Análisis *in situ*. **Fotografía 8.1.2.4-16.-** Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Las muestras se tomaron el día 16 de agosto de 2016, a las 14:00 horas. Coordenadas UTM: 606345, 2493647.

En la Tabla 8.1.2.4.11 se muestran los resultados obtenidos.



**Tabla 8.1.2.4.11.** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-4

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.46	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	<10	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	18	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	0.02	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	231	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	<1.0	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demandra Bioquímica de Oxígeno en mg/L	2	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	930	NMX-AA-042-SCFI-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	150	NMX-AA-042-SCFI-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	50	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	68	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	42.2	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO <sub>3</sub> en mg/L	640	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	<0.1	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	166	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	3.92	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	<0.1	NMX-AA-039-SCFI-2001

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 18 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel de “EXCELENTE: Clase de excepción, muy buena calidad”. El valor de la DBO es de 2 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE: No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable debido a que presenta trazas de grasas y aceites y el criterio aceptado para este uso es ausencia de éstas; sí es apta para darle un uso recreativo con contacto primario, se encuentra por debajo del límite máximo de coliformes fecales; sí es apta para usarse como agua para riego agrícola; sí adecuada para uso pecuario.



### 8.1.3 Medio Biótico

#### 8.1.3.1 Vegetación

##### Corrientes florísticas

Todos los seres vivos tienen una manera de vivir que depende de su estructura y fisiología, en el cual no podemos dejar a un lado el tipo de ambiente en que viven, de manera que los factores físicos y biológicos se combinan para formar una gran variedad de ambientes en distintas partes de la biosfera. Así, la vida de los seres vivos está estrechamente ajustada a las condiciones físicas de su ambiente y también a las bióticas, es decir a la vida de sus semejantes y de todas las otras clases de organismos que integran la comunidad.

El conocer las interacciones que se manifiestan en las comunidades vegetales es de importancia prioritaria ya que proporciona la información básica para cualquier actividad relacionada con la ecología, por lo tanto constituye uno de los aspectos fundamentales que nos permiten conocer las condiciones ambientales del territorio y del estado actual de su ecosistema.

Por la gran variedad de formas de relieve que presenta México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica, éstas influyen sobre las características climáticas y si sumamos a estos factores los tipos de suelo, donde su interacción conjunta nos ofrece los diferentes tipos de vegetación que ahí se desarrollan. Estas características, si las agrupamos por sus elementos particulares nos lleva a la definición de las regiones o provincias fisiográficas.

El área de estudio se localiza dentro de la provincia florística denominada Planicie Costera del Noreste, donde la vegetación está constituida en su mayor parte por bosque espinoso y por matorrales xerófilos. Asimismo; esta se encuentra dentro de la Región Xerofítica Mexicana; la cual, se caracteriza por su clima árido y semiárido abarcando aproximadamente la mitad del país. A su vez, ambas pertenecen al Reino Neotropical, el cual incluye a la mayor parte del territorio nacional, en donde se presenta una mezcla de clima caliente con clima seco y semiseco (Rzedowski, 1994) (Figura 8.1.3.1-1).



Figura 8.1.3.1- 1.- Ubicación del proyecto provincia florística denominada Planicie Costera del Noreste.



### 8.1.3.2 Metodología para la caracterización del Sistema Ambiental

Con el propósito de obtener resultados satisfactorios en cuanto a la descripción de la vegetación en el área de estudio, las actividades se realizaron de la siguiente manera:

- A) Fase de Gabinete: consulta y recopilación bibliográfica, que consta principalmente de guías de identificación botánica, consulta de cartografía oficial;
- B) Fase de Campo: recorridos en el área de estudio, muestreos representativos (subjetivos o selectivos) de la vegetación y colecta de material botánico no identificado *in situ*, así como material fotográfico.

La metodología empleada consistió en realizar el levantamiento florístico en las plataformas de los pozos y en zonas aledañas a las mismas; asimismo, se realizaron recorridos en los fragmentos de vegetación original de la selva baja caducifolia y con vegetación secundaria. Se realizó un registro fotográfico de las especies presentes y se llevó a cabo la recolecta de la plantas no reconocidas *in situ* para su posterior identificación botánica.

Este inventario, se utilizó para revisar la existencia de especies de interés comercial o uso local, así como las endémicas y/o con estatus de protección, citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2012).

Los criterios para determinar la ubicación probable de los sitios de muestreo se basaron en la carta oficial de Vegetación y Uso de suelo (INEGI 2013, Serie V) (Plano 7) y en la imagen de Google Earth 2016.

Para determinar la Estructura y Composición de la vegetación, se utilizó el siguiente método de muestreo:

- Cuadrantes: para áreas donde se presenten los tres estratos (árboles, arbustos y herbáceas). Consiste en trazar un cuadro de 20 x 20 m, en éste se traza una cuadrícula de 10 x 10 m para la



medición de los árboles; después se trazan cuadrículas de 5 x 5 m para el estrato arbustivo; por último, se vuelve a trazar otra cuadrícula de 1 x 1 m para el estrato herbáceo. En cada uno de los estratos se toman mediciones. En cada una de las cuadrículas se registran datos como: altura, cobertura, diámetro a la altura del pecho (DAP) en caso de árboles, y diámetro basal (DB) para el estrato arbustivo.

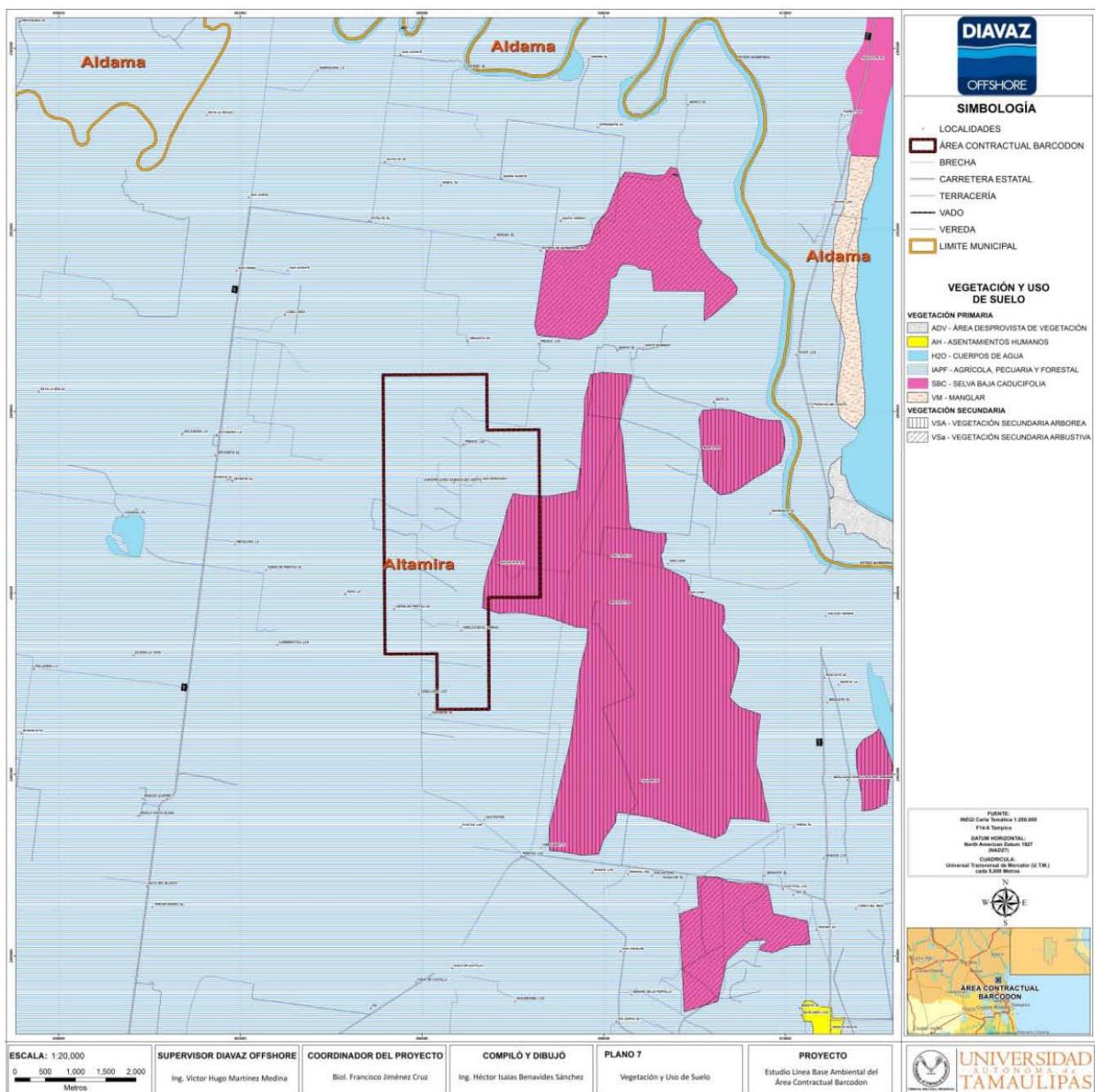
Con los datos tomados en campo se obtuvieron los valores absolutos y relativos de densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia para cada una de las especies muestreadas, con lo que finalmente se determinaron las especies de valor de importancia (Kent M. & P. Coker, 1994).

#### 8.1.3.3 Tipos de vegetación en el Área Contractual Barcodón

En resumen, la cobertura vegetal actual en el Área Contractual Barcodón, está distribuida conforme a los valores que se muestran en la Tabla 1, Figura 2 (Plano 7).

**Tabla 8.1.3.1-1.-** Superficie por tipo de vegetación y uso del suelo del Área Contractual Barcodón.

Tipo de vegetación (INEGI Serie V (1:250 000)	Superficie (ha)	Superficie (Km2)	Porcentaje con respecto al área total
AGRÍCOLA, PECUARIA Y FORESTAL	983.9580	9.8396	88.92%
SELVA BAJA CADUCIFOLIA	122.6523	1.2265	11.08%
<b>TOTAL</b>	<b>1106.6103</b>	<b>11.0661</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 8.1.3.1-2.-** Distribución de la vegetación de acuerdo a la carta temática de uso de suelo y vegetación de INEGI, 2013 (Serie V, escala 1:250 000).

El análisis global de los resultados presentados en la tabla anterior, indica que se tiene aproximadamente el 11.8 % de la superficie total con vegetación natural y el 88.92 % de la superficie corresponde al cambio de uso del suelo por las actividades agropecuarias y forestales.



El detalle de la composición de la vegetación en el entorno inmediato a las obras petroleras dentro del área del proyecto, se presenta en el Anexo F. Se observa vegetación de selva baja caducifolia. En la Tabla 2 se muestra un resumen de estos resultados.

**Tabla 8.1.3-2.-** Tipos de vegetación encontrada en los pozos visitados del Área Contractual Barcodón.

INSTALACIÓN	COORDENADAS UTM		TIPO DE VEGETACIÓN (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
	X	Y		
BARCO-101	605317.30	2494881.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-101	605317.30	2494881.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-102	605933.40	2496999.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-104	605963.60	2496249.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-105	605933.74	2498599.06	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agrícola
BARCODÓN-106	605947.80	2495362.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-107	605928.00	2497779.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-107D	605928.00	2497779.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-107	605928.00	2497779.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-108	606277.10	2497200.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-109	606280.70	2496801.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-110	605900.10	2496598.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-111	605576.60	2496861.40	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-112	605575.20	2497178.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-113	605910.20	2497402.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/ área anegada
BARCODÓN-114	605190.60	2496623.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-116	605240.00	2496994.60	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-118	605239.20	2497393.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Desprovisto de vegetación /Zona inundable
BARCODÓN-119	605582.90	2497596.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-121	606274.40	2497601.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODON-122	604547.59	2496739.47	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agrícola
BARCODÓN-123	606626.00	2497002.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-124	606628.80	2496603.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-126	605589.50	2496397.10	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-128	605940.10	2495798.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-129	606249.80	2496387.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-130	606285.40	2496001.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva



INSTALACIÓN	COORDENADAS UTM		TIPO DE VEGETACIÓN (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
	X	Y		
BARCODÓN-131	606619.60	2497804.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-132	606622.40	2497402.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-133	606630.00	2496203.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-134	606968.50	2497605.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-135	606970.50	2497206.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-136	606973.30	2496805.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-137	606975.30	2496405.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-138	607310.20	2498209.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/agrícola
BARCODÓN-140	607660.30	2497609.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	agrícola
BARCODÓN-141	607313.00	2497807.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-142	607700.00	2497300.00	Selva Baja Caducifolia	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-142D	607303.30	2496617.00	Selva Baja Caducifolia	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-143	606289.70	2497990.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-143D	606289.70	2497990.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-144	606618.40	2498203.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-145	606967.30	2498004.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-146	607315.80	2497407.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-147	607318.60	2497007.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-150	605597.50	2495196.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-153	605577.00	2495596.10	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-153D	605577.00	2495596.10	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-154	605944.10	2494998.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-155	606287.80	2495601.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-156	606290.80	2495201.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-157	605599.40	2494795.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-158	605254.10	2494594.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria arbórea
BARCODÓN-159	606615.20	2498553.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria arbustiva y herbácea
BARCODÓN-160	606962.90	2498407.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-161	606318.30	2498389.80	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-162	605885.70	2498223.50	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-163	605579.80	2497999.00	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-164	606635.90	2495802.30	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria arbustiva y herbácea
BARCODÓN-165	605951.19	2494599.03	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria arbustiva y herbácea
BARCODÓN-169	606637.10	2495404.40	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria arbustiva y herbácea

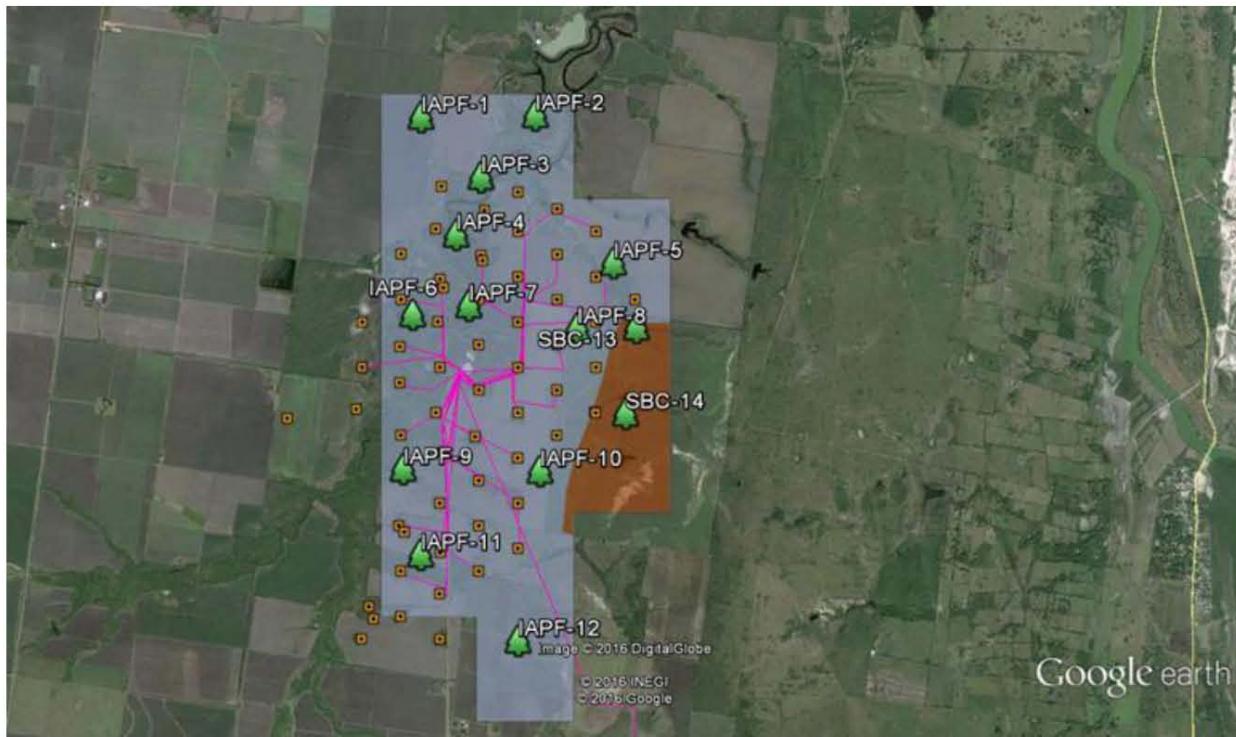
**Tabla 8.1.3-3.-** Tipo de vegetación encontrada en la infraestructura de producción.

Instalaciones	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
	X	Y		
BS Barcodón 1	613144.87	2320965.91	IAPF	Agropecuario

De acuerdo a la Tabla 8.1.3-2 con tipificación en campo los resultados muestran que el área de vegetación natural afectada por la infraestructura denominada pozos y baterías de separación como obras permanentes y por el estado de abandono en que se encuentran, es decir; la vegetación no se sabe hasta que cierto punto de recuperación presenta, debido a que el área de maniobras de las instalaciones no se encuentra definida. Sin embargo; se pudo observar en campo, que el área de manejo es de aproximadamente de 30 x 30 m para la mayoría de las instalaciones donde la vegetación se encuentran en fases arbustivas y herbáceas. Por otro lado, se observa fase arbórea con alto impacto inmediata a estas.

Por tal motivo, debido a que no se encuentra un área definida, no se puede saber en qué fase de sucesión se encuentra la selva baja caducifolia.

Por otro lado, se pude precisar de acuerdo a las Tablas 8.1.3-2.y 8.1.3-3 (INEGI 2013 serie V) y Anexo G (POZOS Y BATERIA), de las 57 instalaciones enlistadas, solamente 1.75% (1) se encuentra en vegetación de selva baja caducifolia (SBC) y 98.25% (56) en Agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF). Ver imagen 8.1.3-3.



**Figura 8.1.3.1- 3.-** Distribución de las instalaciones permanentes y Derechos de vía en imagen de Google Earth 2016.

Con respecto a los derechos de vía correspondientes a líneas de descarga, por norma de referencia y oficial deberán permanecer sin cobertura vegetal arbustiva y arbórea, permitiendo solo la vegetación herbácea por cuestiones de seguridad, es decir, que se debe observar en campo los derechos de vía con pastizales. Por otro lado, se hizo un análisis conforme a la cartografía de INEGI tipos de vegetación Serie V, donde se observa que en su totalidad Las líneas de descarga se encuentran dentro de la denominación IAPF (agrícola-pecuaria-forestal), en campo se observó el estado de abandono que tienen las líneas supervisadas y desde el punto de vista de la recuperación de los ecosistemas, se observan en su mayoría plantas herbáceas y arbustivas principalmente, así como en los Derechos de Vía donde la vegetación ya se encuentra en fase arbórea en aquellas áreas donde su vocación natural es la selva baja caducifolia (Tabla 8.1.3-4 y Anexo G). Ver imagen 8.1.3-3.



**Tabla 8.1.3-4.-**Tipos de vegetación encontrada en derechos de vía de líneas de descarga.

DDV	TIPO DE VEGETACIÓN (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
BARCO-101	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-101	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-102	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-104	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-105	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agrícola
BARCODÓN-106	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-107	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/ arbustiva/ cuerpos de agua
BARCODÓN-107D	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/ arbustiva/ cuerpos de agua
BARCODÓN-108	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-109	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea y arbustiva
BARCODÓN-110	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea y arbustiva
BARCODÓN-111	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODÓN-112	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-113	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea / área anegada
BARCODÓN-114	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-116	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-118	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea /Zona inundable
BARCODÓN-119	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-121	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación herbácea
BARCODON-122	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agrícola
BARCODÓN-123	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-124	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-126	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-128	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-129	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva



DDV	TIPO DE VEGETACIÓN (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
BARCODÓN-130	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Desprovisto de Vegetación
BARCODÓN-131	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-132	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-133	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-134	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-135	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y agrícola
BARCODÓN-136	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/cuerpo de agua
BARCODÓN-137	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-138	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/cuerpo de agua
BARCODÓN-140	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-141	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-142	Selva Baja Caducifolia	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-142D	Selva Baja Caducifolia	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-143	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-143D	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-144	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-145	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea/ agrícola
BARCODÓN-146	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-147	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea / agrícola
BARCODÓN-150	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea/ agrícola
BARCODÓN-153	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva / agrícola
BARCODÓN-153D	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva / agrícola
BARCODÓN-154	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-155	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-156	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-157	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea



DDV	TIPO DE VEGETACIÓN (INEGI SERIE V)	Tipificación en campo
BARCODÓN-158	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-159	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-160	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea
BARCODÓN-161	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-162	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-163	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-164	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
BARCODÓN-165	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea
BARCODÓN-169	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea y arbustiva
OLEODUCTO 8" (BS BARCODÓN 1 A CONSTITUCIONES 1)	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	Vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea

#### 8.1.3.3.1 Selva Baja Caducifolia (SBC)

Rzedowsky (1978) en la clasificación realizada para la vegetación de México, caracteriza al área de estudio como Bosque Tropical Caducifolio y Miranda y Hernández X. (1963) como Selva Baja Caducifolia. En cuanto a su distribución geográfica, esta formación es particularmente característica de la Vertiente Pacífica de México, donde cubre grandes extensiones prácticamente interrumpidas desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y se continúa hacia Centroamérica.

Un factor ecológico con mayor significancia que define la distribución geográfica del Bosque Tropical Caducifolio o Selva Baja Caducifolia es la temperatura y en especial la mínima extrema que en general no es menor de 0°C. En cuanto a la humedad, el aspecto de mayor importancia es su distribución francamente desigual a lo largo del año, dividiéndose éste en dos estaciones bien marcadas: la lluviosa y la seca. El



número de meses secos varía entre cinco y ocho, lo cual da la idea de lo acentuado de la aridez entre diciembre y mayo.

La característica más sobresaliente de esta formación vegetal la constituye la pérdida de sus hojas durante un período de cinco a ocho meses. En cuanto a la estructura del bosque, lo más frecuente es la presencia de un solo estrato arbóreo, aunque también puede haber dos. El desarrollo del estrato arbustivo varía mucho de un sitio a otro, al menos parcialmente, en función de la densidad del dosel arbóreo. En situaciones de poca perturbación el estrato herbáceo está poco desarrollado y no es raro que falte casi por completo. Algunos componentes característicos son las Bromeliaceas en particular del género *Tillandsia* y las cactáceas columnares y candelabiformes, las trepadoras y epífitas son en general escasas y sólo se le encuentra con cierta abundancia en sitios protegidos, sobre todo en cañadas o en exposiciones favorables.

Este tipo de vegetación ocupa aproximadamente el 8% de la superficie nacional. Es una de las selvas de mayor distribución en México, encontrándose en la Península de Yucatán (occidente, norte y centro), en las llanuras costeras del Golfo, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental (Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí), en la Depresión Central de Chiapas, en las estribaciones pacíficas de la Sierra Madre del Sur, en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), en casi toda la cuenca del Balsas (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla) y del Tepalcatepec; en la base poniente de la Sierra Madre Occidental, en Jalisco, llegando hasta el sur de Sonora y Chihuahua.

El principal uso que se da a las zonas cubiertas por este tipo de vegetación es la agricultura a gran escala seguido por el pastoreo de ganado.

Para fines de este análisis se seguirá con la clasificación propuesta en la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, 1:250 000. Serie V (Selva baja caducifolia).



#### 8.1.3.3.2 Conservación de los recursos vegetales

La selva baja caducifolia, es el tipo de vegetación reportado en el Área Contractual Barcodón, la cual ha sido remplazada en su mayoría por la agricultura. Sin embargo en esta zona se presentan relictos de vegetación original los cuales observa un impacto. Aun y cuando la vocación del terreno es agrícola y en baja escala pecuario, el impacto en los pocos fragmentos es notorio por el pastoreo del ganado (Fotografía 8.1.3.1-1 y 8.1.3.1-2).



Fotografía 8.1.3.1-1.- Relicto de selva baja caducifolia.



**Fotografía 8.1.3.1-2.-** Relicto de vegetación secundaria de selva baja caducifolia

#### 8.1.3.3 Agricultura de temporal

El cambio de uso del suelo para la incorporación de tierras a las actividades agrícolas y ganaderas (a menor escala), así como la urbanización, está ejerciendo una presión importante sobre los recursos naturales al disminuir extensiones de vegetación natural.

La principal actividad económica en esta zona es la agricultura de temporal, ya que se practica principalmente en las zonas áridas y semiáridas. Este tipo de actividad es la más representativa en el área de estudio, debido a que abarca grandes extensiones de terreno y se encuentra orientada a cultivos de temporada frijol y soya (Fotografía 8.1.3.1-3 y 8.1.3.1-4).



**Fotografía 8.1.3.1-3.-** Planicie con agricultura de temporal (*Phaseolus vulgaris*).



**Fotografía 8.1.3.1-4.-** Campo agrícola.



#### 8.1.3.4 Caracterización de las instalaciones

La vegetación en la plataforma de los pozos, Batería de separación y Derechos de Vía del Área Contractual Barcodón está representada en mayor proporción por malezas, cultivos y Acahuales de la vegetación original. Los parches o fragmentos de vegetación de selva baja caducifolia se presentan en zonas aledañas, a orillas de cuerpos de agua (Esteros y lagunas). En los terrenos en descanso se observan pocas especies propias de la vegetación original (Fotografía 8.1.3.1-5 a la 8.1.3.-1-8).



**Fotografía 8.1.3.1-5.-** Estado actual de la vegetación en el derecho de vía de la línea del Pozo Barcodón 102 en las coordenadas UTM WGS84 X: 605957 Y: 2497206.



**Fotografía 8.1.3.1-6.-** Salida de LDD del Pozo Barcodón 138 en las coordenadas UTM WGS84 X: 607285 Y: 2498407.



**Fotografía 8.1.3.1-7.-** Estado actual de la vegetación en el área de maniobras del Pozo Barcodón 107D en las coordenadas UTM WGS84 X: 606587 Y: 2498005.



**Fotografía 8.1.3.1-8.-** Estado actual de la vegetación sobre derecho de vía del Pozo Barcodón 119 en las coordenadas UTM WGS84 X: 605523 Y: 2497846 (Pozo taponado).

### 8.1.3.5 Resultados

#### 8.1.3.5.1 Análisis de la vegetación

##### Selva Baja Caducifolia

Las especies propias de este tipo de vegetación solamente se encuentran en pequeños fragmentos dispersos uno de otro. Para este caso, solamente se consideraron tres sitios ya que eran los que se asemejaban más a la selva baja caducifolia. En cuanto a la estructura se consideraron los índices de valor de importancia de las especie. Para el estrato arbóreo se tiene que en el muestreo cinco *Bursera simaruba*, *Prosopis tamaulipana*, *Bumelia celastrina*, *Randia obcordata*, *Havardia pallens*, y *Guazuma ulmifolia* son las especies con el mayor índice de valor de importancia; mientras que para el muestreo siete se encuentran *Prosopis tamaulipana*, *Croton sp*, *Havardia pallens*, *Randia obcordata*, *Bursera simaruba* y *Pithecellobium dulce* y por



último, en el muestreo catorce, *Prosopis tamaulipana*, *Citharexylum berlandieri*, *Pithecellobium dulce* y *Guazuma ulmifolia*, entre otras. (Anexos F y G).

En cuanto al estrato arbustivo tenemos que para el muestreo cinco *Randia obcordata*, *Bumelia celastrina*, *Havardia pallens*, *Diospyros texana* y *Pithecellobium* ébano fueron las especies con mayor índice de valor de importancia, mientras que para el muestreo siete *Pithecellobium* ébano, *Randia obcordata*, *Croton humilis*, *Bahuinia divaricata* y *Havardia pallens* fueron las que arrojaron el valor mayor; asimismo, en el muestreo catorce se encuentran *Zanthoxylum fagara*, *Citharexylum berlandieri* *Croton cortesianus* y *Randia obcordata*, entre otras. (Tabla 8.1.3.1-4, 8.1.3.1-6 y 8.1.3.1-10 del Anexo F y G).



Fotografía 8.1.3.1-9.- Vegetación de selva baja caducifolia.



### Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia

La vegetación secundaria de selva baja caducifolia que forma parte del área de estudio se presenta en zonas bajas cercanas a arroyos donde la concentración de humedad es alta.

Para este tipo de vegetación se encuentran fragmentos donde se presentan las tres fases (arbórea, arbustiva y herbácea), mientras que hay espacios donde se observan dos fases (arbustiva y herbácea). Para áreas donde forma parte el estrato arbóreo se observa que las especies de *Prosopis tamaulipana*, *Guazuma ulmifolia*, *Havardia pallens* y *Parkinsonia aculeata* son las que representan esta fase.

Para el muestreo dos las especies con mayor índice de valor de importancia se encuentran *Guazuma ulmifolia*, *Parkinsonia aculeata* y *Prosopis tamaulipana*, en la etapa arbustiva *Parkinsonia aculeata* y *Acacia cornígera*, en el muestreo cuatro se tiene *Parkinsonia aculeata* y *Prosopis tamaulipana*, y en la fase arbustiva *Acacia cornígera* y *Parkinsonia aculeata*; en el muestreo seis las especies *Havardia pallens*, *Prosopis tamaulipana*, *Croton sp.*, *Yucca treculeana* y *Guazuma ulmifolia* son las que forman el estrato arbóreo, y en la estrato arbustivo *Yucca treculeana*, *Croton cortesianus*, *Zanthoxylum fagara* *Pithecellobium dulce*; mientras que el muestreo ocho está conformado por *Prosopis tamaulipana*, *Guazuma ulmifolia*, *Havardia pallens*, *Celtis pallida*, *Pithecellobium ébano*, *Parkinsonia aculeata* y *Randia obcordata*, por otra parte el estrato arbustivo representan *Piscidia piscipula*, *Acacia farnesiana*, *Croton cortesianus*, *Acacia cornígera*, *Randia obcordata*, entre otras y en el muestreo once, las especies *Havardia pallens*, *Guazuma ulmifolia*, *Caesalpinia mexicana* y *Prosopis tamaulipana* forman parte de la fase arbórea, con elementos arbustivos de *Randia obcordata*, *Prosopis tamaulipana*, *Caesalpinia mexicana*, *Havardia pallens*, *Zanthoxylum fagara*, entre otras, ver Tablas 2, 3, 5, 7 y 8 del Anexo F y Anexo Fotográfico G) (Fotografía 8.1.3.1-10).

Por último, se presentan en áreas donde nada más se identifica el estrato arbustivo es el caso del muestreo tres y trece. El muestreo tres lo representa las especies *Acacia cornígera* y *Parkinsonia aculeata*, mientras que en el muestreo trece *Baccharis salicifolia*, *Prosopis tamaulipana*, *Abutilon theophrasti*, *Croton*



*cortesianus*, *Melochia tomentosa*, *Guazuma ulmifolia*, *acacia farnesiana*, entre otras, ver Tabla 8.1.3.1-2 y 8.1.3.1-9 del Anexo F y Anexo Fotográfico G) (Fotografía 8.1.3.1-11).

Es de importancia mencionar que en su mayoría el estrato herbáceo lo representan especies como *Borrichia frutescens*, *Panicum maximum*, *Bouteloua gracilis*, *Ruellia nudiflora*, principalmente.



Fotografía 8.1.3.1-10.- Vegetación secundaria de selva baja caducifolia.



Fotografía 8.1.3.1-11.- Vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

#### 8.1.3.5.2 Vegetación en plataformas de pozos

En la plataforma de los pozos observaron principalmente malezas tanto herbáceas como arbustivas cubriendo en ocasiones en total de la plataforma del pozo y contrapozo.

Las familias más abundantes son las gramíneas y las compuestas o asteráceas, le siguen en importancia las fabáceas o leguminosas y en cuarto sitio las euforbiáceas. Los pastos reportados son: *Cynodon dactylon*, *Panicum maximum*, entre otros. Entre las leguminosas tenemos a especies del género como *Mimosa pigra*, *Mimosa pudica*, *Acacia farnesiana*, *Acacia cornigera* y *Parkinsonia aculeata*. De la familia Asteraceae tenemos a *Parthenium hysterophorus*. Las euforbiáceas presentes son, *Croton cortesianus* y *Croton humilis*. Otras especies, como *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis tamaulipana* están presentes tanto en forma herbácea como arbustiva.



A continuación se presenta una serie fotográfica (12 a 21) con los diferentes tipos de vegetación en cuadros de maniobra de pozos del Área Contractual Barcodón a manera de ejemplo y en detalle se presenta en el (Anexo G).



**Fotografía 8.1.3.1-12.-** Plataforma de pozo cubierta con vegetación herbácea principalmente gramíneas y al fondo vegetación propia de la selva baja caducifolia.



**Fotografía 8.1.3.1-13.-** Plataforma rodeada de vegetación secundaria herbácea y arbustiva.



**Fotografía 8.1.3.1-14.-** Plataforma de pozo en recuperación, se observa vegetación secundaria arbustiva con especies propias de la vegetación original.



**Fotografía 8.1.3.1-15.-Plataforma del pozo cubierta de malezas y anegado.**



**Fotografía 8.1.3.1-16.-** Pozo ubicado en área inundable.



**Fotografía 8.1.3.1-17.-** Plataforma con vegetación secundaria arbustiva.



**Fotografía 8.1.3.1-18.-** Plataforma de pozo aledaño a zona agrícola y cubierto de pastos y elementos arbustivos aislados.



**Fotografía 8.1.3.1-19.-** Plataforma de pozo formando parte de área agrícola.



**Fotografía 8.1.3.1-20.-** Plataforma de pozo cubierta de gramíneas.



**Fotografía 8.1.3.1-21.-** Plataforma de pozo cercana a casa habitación.



#### 8.1.3.5.4 Listado florístico

A continuación se presenta en la Tabla 6 el listado florístico de la poligonal correspondiente al proyecto Área Contractual Barcodón. De esta tabla se desprende que, se identificaron 28 familias, 56 géneros y 62 especies vegetales, destacando las especies de las Familias Fabaceae, Poaceae, y Asteraceae, la gran mayoría con formas de vida arbustivo y herbácea e indicadoras de disturbio, de áreas en recuperación, de cultivos temporales y permanentes.

**Tabla 8.1.3.1-6.-** Listado florístico del Área Contractual Barcodón.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Forma de vida
Acanthaceae	Ruellia	<i>nudiflora</i>		herbácea
Asparagaceae	Yucca	<i>treculeana</i>	Palma pita	Árbol
Astereaceae	Baccharis	<i>salicifolia</i>		Arbusto
Astereaceae	Borrichia	<i>frutescens</i>		herbácea
Astereaceae	Parthenium	<i>hysterophorus</i>		herbácea
Astereaceae	Zexmenia	<i>brevifolia</i>		herbácea
Astereaceae	Zexmenia	<i>hispida</i>		herbácea
Bataceae	Batis	<i>maritima</i>	vidrillo	herbácea
Boraginaceae	Heliotropium	<i>angiospermum</i>	Cola de alacrán	herbácea
Bromeliaceae	Hechtia	<i>glomerata</i>		Arbusto
Burseraceae	Bursera	<i>simaruba</i>	Chaca	Árbol
Cactaceae	Acanthocereus	<i>tetragonus</i>		Arbusto
Cactaceae	Opuntia	<i>sp.</i>	nopal	Arbusto
Convolvulaceae	Evolvulus	<i>sp.</i>		herbácea
Cucurbitaceae	Cucumis	<i>sagittatus</i>		Bejuco
Cyperaceae	Cyperus	<i>odoratus</i>		herbácea
Ebenaceae	Diospyros	<i>texana</i>		Árbol
Euphorbiaceae	Cnidoscolus	<i>multilobus</i>		Arbusto
Euphorbiaceae	Croton	<i>cortesianus</i>		herbácea
Euphorbiaceae	Croton	<i>humilis</i>		herbácea
Fabaceae	Acacia	<i>farnesiana</i>	Huizache	Árbol
Fabaceae	Acacia	<i>cornigera</i>	Cornizuelo	Árbol



Familia	Género	Especie	Nombre común	Forma de vida
Fabaceae	<i>Bauhinia</i>	<i>divaricata</i>		Árbol
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>mexicana</i>		Árbol
Fabaceae	<i>Ebenopsis</i>	<i>ebano</i>	Ébano	Árbol
Fabaceae	<i>Havardia</i>	<i>pallens</i>		Árbol
Fabaceae	<i>Leucaena</i>	<i>sp</i>	Guaje	Arbusto
Fabaceae	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricata</i>	Tepehuaje	Árbol
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>pudica</i>	Vergonzosa	herbácea
Fabaceae	<i>Parkinsonia</i>	<i>aculeata</i>		Árbol
Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>		herbácea
Fabaceae	<i>Piscidia</i>	<i>piscipula</i>		Arbusto
Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>dulce</i>	Guamúchil	Árbol
Fabaceae	<i>Prosopis</i>	<i>tamaulipana</i>	Mezquite	Árbol
Malvaceae	<i>Abutilon</i>	<i>sp.</i>		herbácea
Malvaceae	<i>Abutilon</i>	<i>theophrasti</i>		herbácea
Myrtaceae	<i>Piscidia</i>	<i>piscipula</i>		Árbol
Myrtaceae	<i>Psidum</i>	<i>guajava</i>	Guayaba	Árbol
Nyctaginaceae	<i>Pisonia</i>	<i>aculeata</i>		Arbusto
Oleaceae	<i>Forestiera</i>	<i>angustifolia</i>	Panalero	Arbusto
Poaceae	<i>Arundo</i>	<i>donax</i>		herbácea
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>		herbácea
Poaceae	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>		herbácea
Poaceae	<i>Guadua</i>	<i>sp</i>		
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i>		herbácea
Poaceae	<i>Rhynchospora</i>	<i>repens</i>		herbácea
Poaceae	<i>Sorghum</i>	<i>halepense</i>	Sorgo	herbácea
Rhamnaceae	<i>Karwinskia</i>	<i>humboldiana</i>		Arbusto
Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>rhagocarpa</i>		Árbol
Rutaceae	<i>Randia</i>	<i>obcordata</i>		Árbol
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>fagara</i>		Arbusto
Salicaceae	<i>Salix</i>	<i>nigra</i>	Sauce	Árbol
Sapotaceae	<i>Bumelia</i>	<i>celastrina</i>		Árbol
Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>sp.</i>		Arbusto
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>rostratum</i>		herbácea



Familia	Género	Especie	Nombre común	Forma de vida
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>erianthum</i>		herbácea
Sterculiaceae	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Guácima	Árbol
Sterculiaceae	<i>Melochia</i>	<i>tomentosa</i>		herbácea
Sterculiaceae	<i>Waltheria</i>	<i>indica</i>		herbácea
Ulmaceae	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>		Árbol
Verbenaceae	<i>Citharexylum</i>	<i>berlandieri</i>		Arbusto
Verbenaceae	<i>Lantana</i>	<i>camara</i>		Arbusto

#### 8.1.3.5.5 Estado actual de la vegetación en el Área Contractual Barcodón

Al recorrer el área de estudio y observar los distintos tipos de vegetación, se pudo constatar, que la originalidad de estas comunidades vegetales ha sido afectada por actividades antrópicas, es decir; que la vegetación ha sido sustituida por grandes extensiones de terreno para actividad agrícola

En el caso de agricultura temporal, la vegetación natural se eliminó en su totalidad para el establecimiento de cultivos frijol y soya (*Phaseolus vulgaris*); encontrándose en los márgenes de las parcelas, especies herbáceas indicadoras de disturbio como: *Acacia cornigera*, *Acacia farnesiana*, *Croton sp*, pastos como *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, entre otras.



**Fotografía 8.1.3.1-22.-** Panorámica donde se observa pequeños fragmentos de vegetación del Área Contractual Barcodón.

Asimismo, los pocos fragmentos de selva, se encuentran deteriorados y se localizan en zonas bajas presentándose especies indicadoras de disturbio.

#### Especies catalogadas con “Status” por la NOM-059-SEMARNAT-2010

En cuanto al registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encontró ninguna especie dentro de la Norma.



### 8.1.3.2.2 Fauna silvestre

Biota terrestre y acuática/ Medio biótico: Debe incluir la descripción y análisis de la biota, pormenorizando, entre otros, la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes dentro del área contractual, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010 e internacional). Anfibios, reptiles, aves, mamíferos.

El objetivo de esta sección es manifestar la estructura de las comunidades de vertebrados terrestres (Anfibios Reptiles, Aves y Mamíferos) registrados a través de métodos directos e indirectos en el Área Contractual Barcodón; utilizando como índices ecológicos la riqueza y la abundancia de especies de los diversos ecosistemas presentes buscando que estos indicadores ambientales describan el estado actual de integridad de los ecosistemas.

La fauna de México es reconocida como una de las más ricas a nivel mundial, definiendo al país como mega diverso, al registrar la mayor riqueza de especies en reptiles, segundo lugar en mamíferos, el cuarto lugar en anfibios (Toledo, 1988); en el país se registran 5,167 especies, con 290 especies de anfibios, 1054 de aves, 2,628 de peces, 491 de mamíferos y 704 de reptiles (Flores y Gerez, 1994), y donde las aves ocupan un lugar especial, pues en México habita el 12% del total de especies del mundo.

Por otra parte, el país presenta un alto grado de endemismo entre las diversas especies de Anfibios, Reptiles y Mamíferos, con porcentajes de 61%, 53% y 30% respectivamente para cada grupo (Sélem-Salas C., et. al. 2004). Dichos endemismos son producto de diversos factores, diversidad de hábitat, la topografía y su clima, los cuales generan microambientes (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Los organismos básicamente se distribuyen dependientes de factores abióticos, de tal manera que la diversidad en la región neotropical es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y la altitud; de igual forma entre mayor humedad mayor diversidad y decrece en zonas secas (Figura 8.1.3.2- 1).

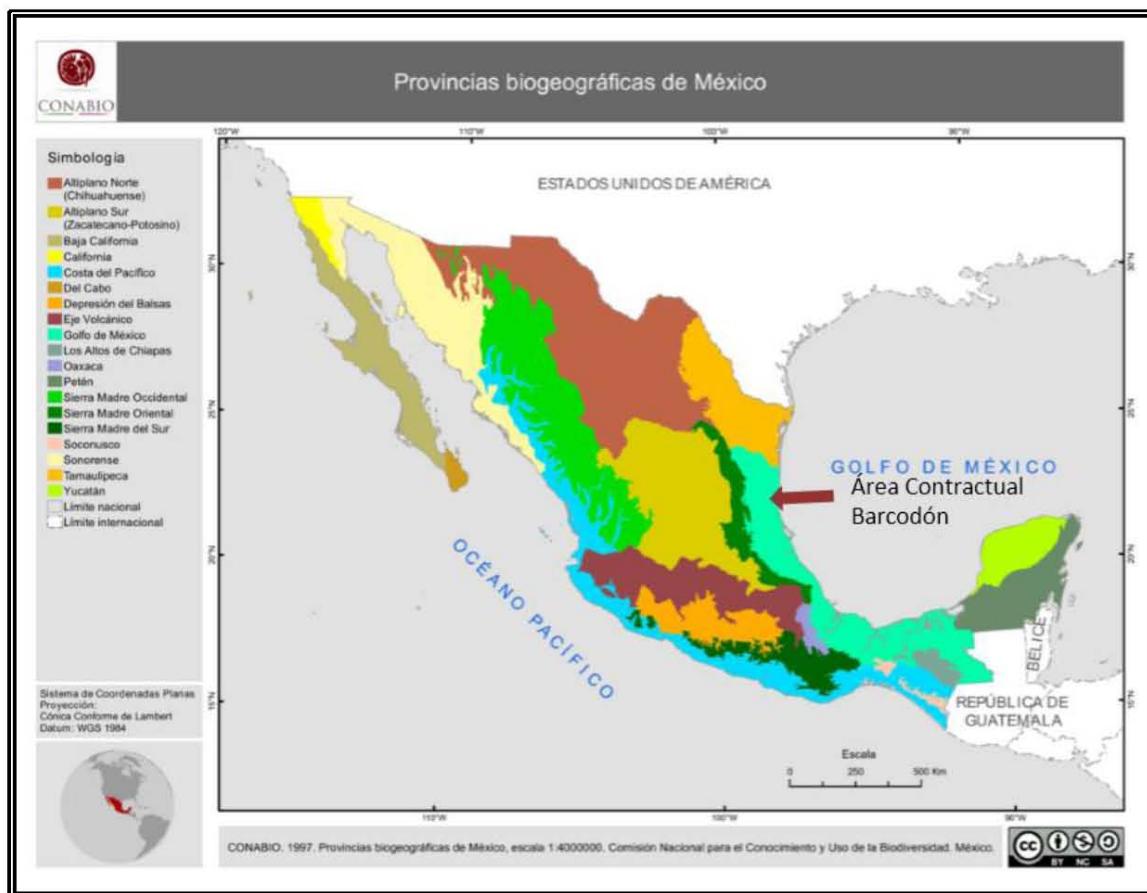
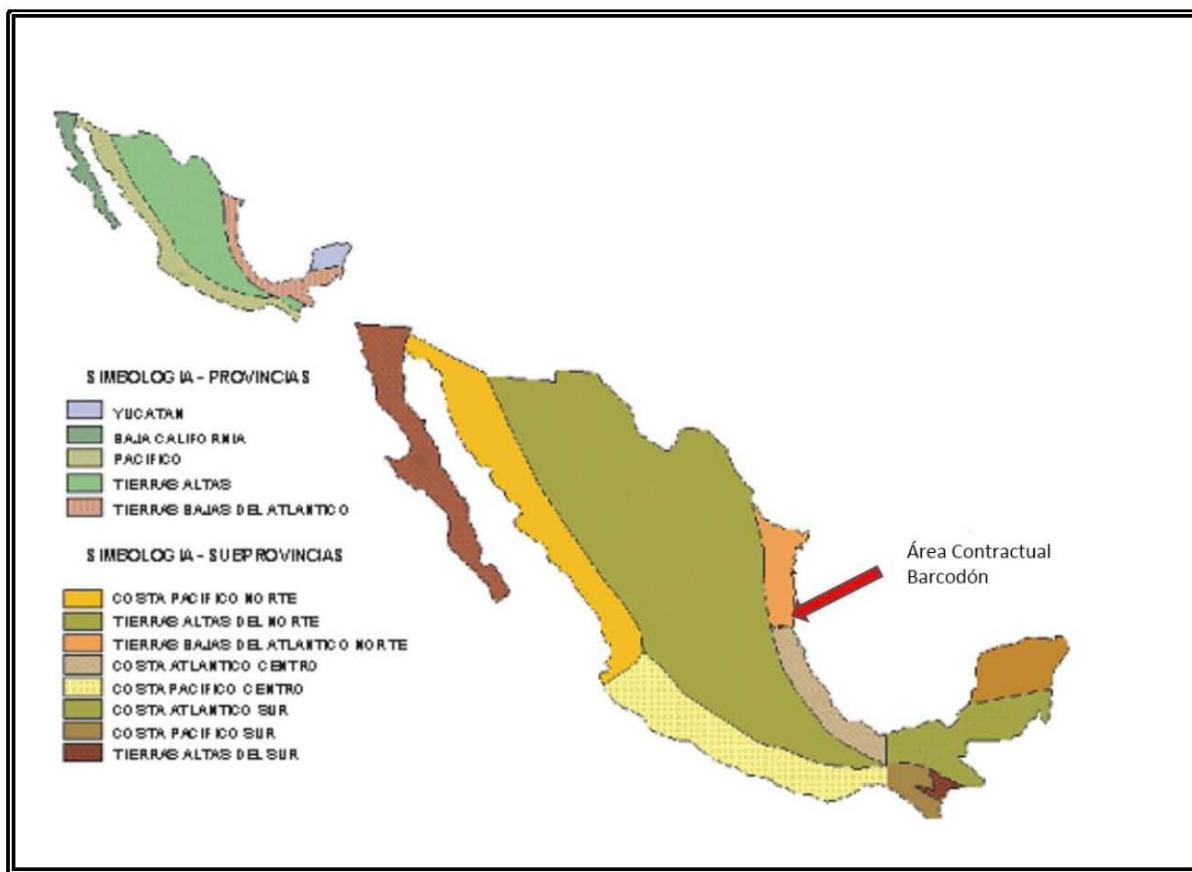


Figura 8.1.3.2-1.- Provincias biogeográficas de México (CONABIO 2012) con respecto al ACA (flecha roja).

Según la figura anterior el Área Contractual Barcodón está situado en la Provincia Biótica Golfo de Mexico (Stuart, 1964), la fauna de vertebrados en su mayoría está representada por especies de origen neotropical ampliamente distribuida en el Estado de Veracruz y sur de Tamaulipas. La zona se caracteriza por ser muy diversa, ocupa el tercer lugar nacional en cuanto a diversidad de vertebrados (Flores-Villela, 1993), también alberga un gran número de endemismos mesoamericanos en su herpetofauna (Casas y Reina-Trujillo, 1991) y, un gran número de especies protegidas de mamíferos (López-Wilchis et al., 1992).

Un análisis importante que hace Edwards (Edwards, 1968), en el que divide al país en cinco provincias y ocho subprovincias zoogeográficas, bajo esta categoría la poligonal del Área Contractual Barcodón se ubica en la provincia conocida como Tierras bajas del Atlántico (Figura 8.1.3-2).



**Figura 8.1.3-2.-** Ubicación del proyecto (flecha roja), en el contexto de la clasificación de Provincias y Subprovincias zoogeográficas de México (Edwards 1968).

Esta provincia se extiende a lo largo del centro este de México y limita en una gran extensión con el Golfo de México. La vegetación de esta provincia biótica está compuesta por especies selváticas, arbustivas y arbóreas principalmente. La fauna de la zona está integrada por elementos de origen Neártico y Neotropical, los cuales obedecen a patrones de distribución que son determinados por el clima, la fisiografía y la vegetación. (Fa y Morales, 1998).

En cuanto a la Herpetofauna, Flores-Villela (1993) en su trabajo denominado "Herpetofauna Mexicana - Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies" menciona que modificó las cinco Regiones Naturales de la República Mexicana propuestas por West (1971), utilizando los factores ambientales clima y vegetación para realizar la restructuración de las regiones del país

en una subdivisión de 10 regiones. El Área Contractual Barcodón, queda inmerso dentro de la región “10 Tierras Subhúmedas Extratropicales”, comprendida entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas, el clima predominante es semiseco con lluvias poco abundantes a lo largo del año (BSx'). Algo interesante es la existencia de la zona transicional climática entre tropicales húmeda del Golfo y las subtropicales húmedas del sureste de los Estados Unidos de América (Figura 8.1.3.2-3).



**Figura 8.1.3.2-3.-** Regiones Herpetológicas naturales de México (West, 1971) modificadas por Flores-Villela (1993).

Baker (1956), establece que la zona de estudio presenta una gran diversidad de géneros de mamíferos, algunos de los cuales tienen afinidad con las regiones áridas del Oeste de los Estados Unidos, la Región Tropical de México, la Mesa del Norte, Mesa Central y las Grandes Planicies de Norteamérica.

Blair (1950), por otro lado, establece que la fauna vertebrada de la Provincia Biótica Tamaulipecana, incluye un considerable número de especies Neotropicales, así como especies de pastizal que provienen de las Provincias Bióticas de Texas y Kansas, algunas especies Austroriparias y algunas en común con la Provincia Biótica del Desierto Chihuahuense.

Sobre los patrones de distribución y diversidad de la avifauna mexicana, propuesto por Escalante *et. al.*, (1993), realizar una modificación de las Provincias Bióticas de México propuestas por Smith (1941); y propone 35 provincias. De acuerdo con ellos el área del Predio se localiza en la provincia 15 denominada Provincia Golfo de México (Figura 8.1.3.2- 4).

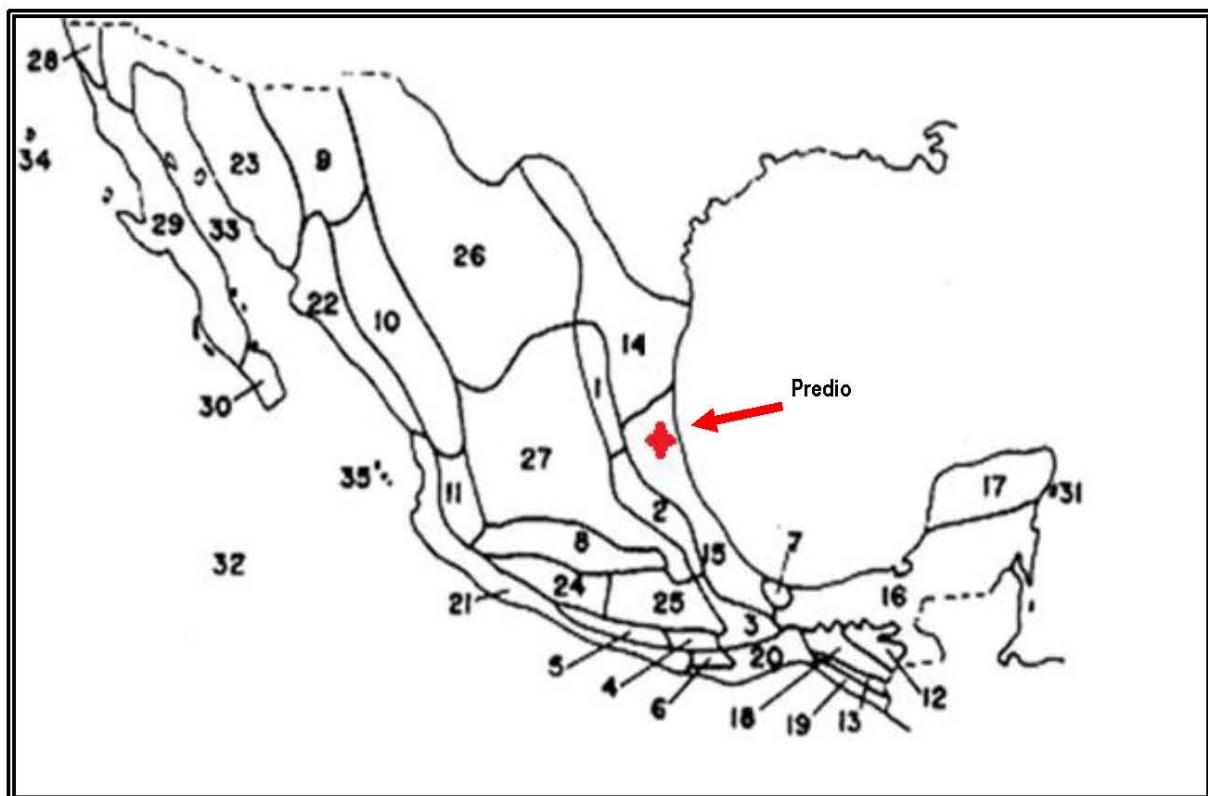


Figura 8.1.3- 4.- Regiones Herpetológicas naturales de México (West, 1971) modificadas por Flores-Villela (1993).



### 8.1.3.2.1.- Metodología

Los criterios establecidos para la zonificación y selección de sitios de muestreo fueron los siguientes:

Vegetación: en base a los tipos y superficies, con respecto del Área del Proyecto, grado de perturbación y zonas de transición entre los tipos de vegetación. (Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie V 2011-2013)

- La existencia de áreas de conservación.
- Presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales o permanentes), presas, lagunas, etc. (Carta de hidrología superficial. Fotografía aérea, Google Earth 2014).
- Características topográficas del área del Proyecto y zonas de obra del Proyecto (Carta topográfica, INEGI Versión 4. Fotografía aérea, Google Earth 2014).
- Accesibilidad a los sitios de muestreo (cercaos a caminos, carreteras y brechas existentes)

Para la caracterización faunística del área de estudio, como primera fase la consulta de información de instituciones nacionales, teniendo el soporte principal la Base de datos Biodiversidad de México CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies.html>; también se revisaron algunas bases de datos regionales de Colecciones científicas de vertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León. (Lazcano Villarreal, D., 1999) y del Instituto de Ecología Aplicada A.C. de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (Garza Torres, Héctor A. 2007); Así como la búsqueda y revisión de literatura sobre estudios realizados para el estado de Tamaulipas; con esta información se obtuvo un listado general de las especies basándose en su distribución potencial.

Las referencias bibliográficas consultadas son Howell, S. N. G. y S. Webb, (1995); A.O. U. (1998); National Geographic Society (2002); Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), y Garza Torres, Hector A. (2007), para Aves; Arita Hector T y Gerardo Ceballos (1997); Ceballos, G. (2002); Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. (1993); Ramírez, P. J. (1999) para los mamíferos, Los reptiles y anfibios se consultó a Flores-Villela, O. (1993); Lazcano Villarreal, D. (1997); Flores Villela, O. (1998); Lazcano Villarreal, D., (1999); CONABIO



(comp.). 2009a; CONABIO (comp.). 2009b; Lo cual nos genera una listado potencial de especies reporta para Tamaulipas de 838 vertebrados terrestres, de los cuales 213 corresponden a Anfibios y Reptiles, 485 Aves y 140 Mamíferos.

La segunda fase, es el análisis de sistemas de información geográficos (SIG), a través de la sobreposición de la poligonal delimitada como Área contractual Barcodón en material fotográfico de Google Earth (2015), para visualizar las características generales; Principalmente las características orográficas y topográficas del área de estudio, para ver el reflejo de las actividades humanas, grado de perturbación de la zona (vías de comunicación, áreas urbanas, suburbanas, área impactadas, zonas agrícolas, etc., (Figura 8.1.3-5).



Figura 8.1.3.2- 5.- Sobreposición de fotografía satelital y poligonal del Área Contractual Barcodón.

Posterior se sobrepone la capa de vegetación (INEGI, 2012), para ubicar los tipos de vegetación y las asociaciones vegetales existentes, así como la superficie ocupacional con respecto del área del ACSB; visualización del grado de perturbación e identificación de zonas transicionales y Fragmentación de los ecosistemas presentes (Figura 6), se determinan los siguientes tipos de vegetación basado en la Carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2012), Matorral espinoso Tamaulipeco (MET), Información Agrícola Pecuaria Forestal (IAPF), Vegetación Halófila Xerófila (VHX) y Pastizal inducido (PI) y sus asociaciones vegetales conformadas principalmente por Vegetación secundaria arbustiva (Vsa).

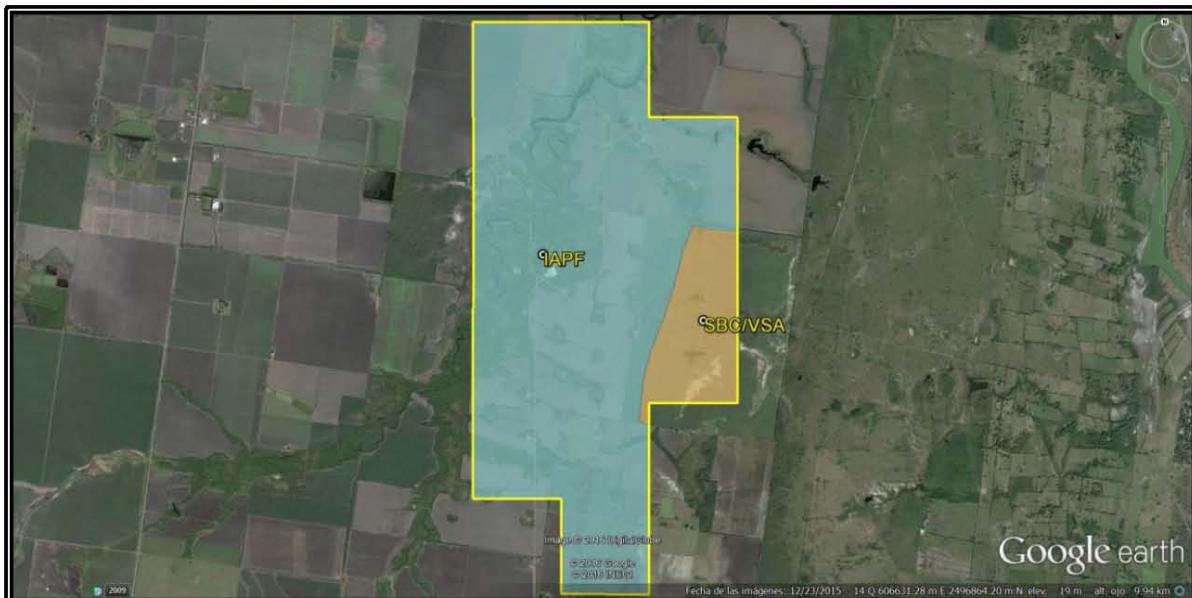


Figura 8.1.3.2- 6.- Sobreposición de Carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2012).

De acuerdo con lo anterior se determinaron los sitios de muestreo, seleccionando por lo menos un punto de muestreo en cada hábitat (tipo de vegetación) presentes en el Área Contractual Barcodón cuya localización se presenta en el apartado de resultados. Cada sitio de muestreo se trabajó con las técnicas más adecuadas para cada grupo de vertebrados mencionados.

Los estudios de Línea base ambiental han sido establecidos como un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo que permite integrar al ambiente un proyecto, una de las características más visibles es la necesidad de obtener información confiable, con validez científica, aplicada por personal capacitado en el ramo y en un periodo de tiempo determinado en el cual muchas de las veces no es viable un estudio con perfil de investigación y que arroje datos nuevos sobre la biología de los organismos o sobre la ecología de algún lugar en específico.

Ante este reto es imperativo que la metodología escogida responda con eficiencia y eficacia a los objetivos planteados, si se asume que el objetivo primordial es caracterizar las condiciones de la fauna silvestre en un



área delimitada dentro de uno o varios ecosistemas, tenemos como resultado que se deben adecuar técnicas establecidas y utilizadas por la comunidad estudiosa de la fauna silvestre con los cuales se obtienen datos tanto cualitativos como cuantitativos, para enfrentar este desafío se recurrió a las metodologías propuestas en el trabajo denominado “Evaluaciones Ecológicas Rápidas” publicado por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992) y retomado en el trabajo “Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas” (Sayre 2000) en los que explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características compatibles a las requeridas en el presente estudio

... ”Una Evaluación Ecológica Rápida (EER) de una zona o región terrestre es un estudio flexible, acelerado y enfocado de los tipos de vegetación y especies. Las EER utilizan una combinación de imágenes de sensores remotos, sobrevuelos de reconocimiento, obtención de datos de campo y visualización de información espacial para generar información de utilidad para la planificación de conservación a escalas múltiples.

Las EER son implementadas por equipos de científicos conservacionistas y administradores de recursos organizados en grupos por disciplina y especialización funcional. Las EER dan como resultado una caracterización, con mapas y documentación, de unidades de terreno clasificadas y una descripción de la biodiversidad a nivel de especie dentro de dichas unidades. Producen datos biofísicos básicos, mapas, documentos, recomendaciones y un creciente fortalecimiento institucional para un efectivo trabajo de conservación.

Los datos de la EER pueden producirse y analizarse a diferentes escalas espaciales, dependiendo de las metas de conservación.

La EER es una útil herramienta de planificación para la conservación, y como tal, las EER se implementan cada vez más para la rápida caracterización de la biodiversidad de una zona. Las EER son de particular aplicabilidad en la caracterización eficiente de la biodiversidad a nivel de terreno y de especie de grandes áreas sobre las cuales se sabe relativamente poco.

La EER es un concepto variante que ha sido descrito como un enfoque, una metodología, una herramienta, una estrategia, un proceso, un programa, una evaluación para la conservación y una variedad de otras descripciones. Una EER es, de hecho, todo lo anterior y nos referimos a las EER dentro de estos distintos contextos a lo largo de este libro. Sin embargo, por lo general nos referiremos a las EER como una metodología” ...



Así mismo el trabajo en mención describe las técnicas para la obtención de datos sobre las comunidades de fauna silvestre y que se presentan en la Tabla 8.1.3.2-1, extraídos de la misma publicación:

**Tabla 8.1.3.2-1.-Metodología de estudio para fauna silvestre.**

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
<b>AVES</b>					
Conteo de punto Conteo de todas las aves	Vistas o escuchadas durante períodos de tiempo establecidos (ejemplo 3-10 min.) en puntos separados por 100-200 m	Detección de especies rápida y eficiente; muestreo en unidades discretas; puede estimar densidades de población si se utiliza un radio fijo	Especies detectadas entre puntos y fuera de los conteos no se tratan estadísticamente; solo puede realizarse muy temprano cuando las aves vocalizan	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local	Binoculares, grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto
Inventario de transectos	Conteo de todas las aves vistas o escuchadas a lo largo de un transecto (usualmente una vereda)	Muy eficaz para detectar a la mayoría de las especies del área estudiada; puede estimar densidades de población si el transecto es de anchura fija	Unidades de muestreo no son discretas, deben dividirse en muestreos de 10-60 min para su análisis estadístico	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto
Red de niebla	Captura de aves en redes; se liberan después de identificarse	Identificación de especies usualmente más confiables que con métodos de observación; permite medir, colocar bandas y otras actividades	Consumo mucho tiempo; solo para muestrear aves pequeñas del sotobosque; no se calcula densidad; muestrea una área pequeña; las redes son caras	Requiere un técnico bien capacitado para remover las aves de la red; el observador no necesita estar familiarizado con la avifauna local si existe una guía de campo	Redes, astas, bolsa de tela; otro material dependiendo de los datos a obtener de las aves capturadas
<b>MAMÍFEROS</b>					
Trampa Tomahawk Sherman Havahard	Captura de mamíferos no voladores pequeños y de talla media en trampas nocturnas; se liberan después de identificarse	Prácticamente el único método para muestrear mamíferos pequeños y de talla media; simple y eficaz	No es posible estimar la densidad en un estudio a corto plazo; los mamíferos de bosques bajos tienen bajo índice de captura	Las trampas pueden colocarse en partes altas de la región para capturar especies arborícolas	Trampas, carnada, bolsas de tela guantes de piel
Inventario de transectos	Conteo de todos los mamíferos vistos o escuchados al largo del transecto (usualmente una vereda)	Permite el estudio de mamíferos grandes, especialmente primates; puede estimar la densidad	Consumo mucho tiempo; es difícil en vegetación densa	Requiere un observador especializado con mamíferos locales; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche
Red de niebla	Captura de murciélagos en redes por la noche; se liberan después de identificarse	Prácticamente el único método para estudiar murciélagos si los sitios de percha no se conocen, permite manipularlos para medirse, colocar	No calcula densidad; las redes son caras; el índice de captura es bajo en noches de luna	Requiere un técnico bien capacitado para remover murciélagos de la red; se colocan redes a lo largo de corredores en el bosque para capturar individuos en una amplia zona	Redes, astas, bolsa de tela, guantes, lámparas de cabeza; otro material dependiendo de los datos a obtener de los murciélagos capturados



		bandas u otros propósitos			
--	--	------------------------------	--	--	--



Continuación Tabla 8.1.3.2-1

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
Análisis de la población humana local	Entrevistas a cazadores y leñadores locales sobre los mamíferos grandes que ocurren en la zona	Posiblemente el método más rápido para determinar la presencia /ausencia de mamíferos grandes, raros y esquivos; la comunidad participa	No estima la densidad; la información puede no ser confiable si no se corrobora por otras personas	Puede ser útil usar ilustraciones o fotografías de especies potencialmente encontradas-	Ninguno, excepto tal vez un guía local que represente a la comunidad
Inventario dirigido	Depende de los objetos de conservación; puede incluir inventarios de cuevas de murciélagos, de corrientes de agua en busca de evidencias de manatíes o nutrias, vigilancia de pozas de agua que atraen mamíferos grandes	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies	Puede ser demasiado intensivo en cuanto a tiempo; datos negativos pueden ser equívocos (objetos de conservación pueden estar presentes pero ser muy raras o esquivas para detectarse)	Requiere sólido conocimiento de la historia natural de los objetos de conservación	Depende del método
<b>HERPETOFAUNA</b>					
Inventario de transectos	Conteo de todos los reptiles y anfibios a lo largo de un transecto (usualmente una vereda o corriente de agua); puede requerir voltear troncos, rocas, y otros sitios de descanso	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies	Puede ser difícil en vegetación densa; no estima la densidad	Requiere un observador especializado con la herpetofauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Vara para serpientes, lazo corredizo, bolsas de plástico y cuaderno de notas (lámpara de cabeza por la noche)
Parcela de hojarasca	Búsqueda cuidadosa entre la hojarasca de parcelas de 3x3 a 10x10 m	Se calcula la densidad; detecta especies escondidas	Consumo mucho tiempo; abarca una área pequeña; útil en hábitats donde hay hojarasca	Requiere de un observador familiarizado con la herpetofauna; puede ser peligroso si hay serpientes venenosas	Cinta métrica, guantes, bolsas de plástico y cuaderno de notas
Trampa de foso con cercas resbaladizas	Se coloca una cubeta en el pozo; se erigen cercas bajas que guían hacia el foso desde direcciones opuestas (pueden colocarse también en forma de túnel); se revisa la trampa periódicamente	Puede ser un método eficaz para capturar lagartijas de amplia distribución, especialmente en hábitats abiertos	Pueden consumir mucho tiempo solo muestrean un subconjunto de herpetofauna	Puede también capturar salamandras y musarañas (las cuales requerirán comida para sobrevivir la noche)	Cubetas, material para cercas, herramientas para escavar el foso y construir las cercas
Inventarios de congregaciones de anfibios en época de apareamiento	Se estudian las pozas de agua, marismas, pantanos, charcas u otras congregaciones de anfibios en época de apareamiento	Muchas especies de ranas solo se detectan durante época de apareamiento; se pueden usar vocalizaciones para identificar especies	Solo es útil durante episodios de apareamiento, que pueden ser impredecibles; no estima la densidad	Especies diferentes pueden aparecer en horas distintas de la noche y en días distintos durante el episodio de apareamiento	Lámparas de cabeza, bolsas de plástico, protección contra picaduras de insectos, sanguijuelas o agua fría, cintas de vocalizaciones si las hay



Tomando como modelo lo anteriormente expuesto fue como se designó la metodología del presente trabajo, donde se aplicaron y se adecuaron las técnicas ya mencionadas para el muestreo de fauna silvestre, una vez solventado la metodología de muestreo que se utilizaría, se aplicaron las técnicas descritas en el cuadro anterior.

Los muestreos fueron realizados dentro del Área Contractual Barcodón de manera puntual, para corroborar y ampliar los datos bibliográficos previamente analizados (Potencialidad de la fauna existente) es importante señalar que una de las adecuaciones que se aplicó a la metodología para la caracterización del Área Contractual Barcodón fue la reducción de los tiempos de muestreo y la omisión de trabajos nocturnos en campo lo que quiere decir que únicamente se realizaron actividades de muestreo de fauna silvestre en el periodo diurno desde las 05:00 hrs. hasta máximo las 16:00 hrs de lunes a sábado. Lo anterior para cumplir con las exigencias del área de seguridad industrial de la compañía que solicito ajustarse a ese horario entre otras cosas argumentando que no era seguro realizar actividades fuera de ese horario ya que en la zona existe el riesgo de la presencia de delincuencia organizada para salvar esta eventualidad y debido a las características metodológicas previamente descritas (Evaluaciones Ecológicas Rápidas) se utilizaron los métodos previstos en dicha metodología (Revisión de estudios previos, Entrevista con gente del área sobre la presencia de fauna silvestre etc.) los cuales como ya se explicó tienen faunísticamente igual e incluso mayor valor para diagnosticar el estado actual de la zona ..

A continuación se describe la logística del trabajo de campo para cada grupo faunístico: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El arreglo filogenético de anfibios y reptiles, de aves y mamíferos se fundamentó en los criterios de Flores-Villela (1993), Flores Villela & Canseco-Márquez (2004), A.O.U. (1998) y Ramírez-Pulido *et al.* (2005), Ramírez, P. J. (1999); Navarro, S.A. y A. Gordillo. 2006; CONABIO (comp.). 2009; respectivamente.



### 8.1.3.2.2.2.- Anfibios y Reptiles

Por el comportamiento que presenta la mayoría de las especies del grupo de los anfibios en cuanto a sus hábitos nocturnos y acuáticos, se revisaron algunos cuerpos de agua presentes en el Área Contractual Barcodón, identificando todos los ejemplares observados y/o capturados, de forma directa. Las actividades diurnas para la obtención de información de este grupo, se basaron en revisiones de los posibles micros hábitat, tal como, mantillo, troncos, rocas, hoyos, etc.



**Fotografía 8.1.3.2-1.-** Búsqueda de indicios de Anfibios y Reptiles en cuerpos de agua coordenadas UTM X=607755 Y=2496868.



Para el grupo de los testudinidos (tortugas), se realizó la revisión de cuerpos de agua, pudiendo ser permanentes o temporales; presas, lagunas, estanques o arroyos o canales así como los diferentes hábitats de las tortugas terrestres, la colecta para su determinación fue directa y captura manual.



**Fotografía 8.1.3.2-2.-** Observación de tortugas orejas rojas (*Trachemys scripta*) en un cuerpo de agua. Coordenadas X=606585 Y=2498988.

Se utilizaron también estaciones de muestreo combinando trampas de embudo con cercos conducidos (Fotografía 8.1.3.2-3), que consiste en establecer una barrera de 30 metros lineales con tela o lona colocada en diferentes arreglos (en zigzag, en forma de T, Z etc.) con cuatro trampas de caída libre (cubetas de 20 litros) a nivel de suelo, a intervalos de 10 m. Esta técnica permite la captura de reptiles, anfibios y



ocasionalmente pequeños mamíferos. Las trampas estuvieron instaladas durante 10 días, efectuando revisiones periódicas cada 12 horas.



**Fotografía 8.1.3.2-3.-** Instalación de trampas de caída con cerco conducido para captura de reptiles.  
Coordenadas UTM X=607567 Y=2496653.

Se utilizaron las guías de campo de Stebbins (1988), Conant y Collins (1991), García y Ceballos (1994) y Dixon y Werler (2000), para la determinación de los ejemplares capturado u observados, los nombres fueron basados en la clasificación propuesta por Flores Villela & Canseco-Márquez (2004) y CONABIO (2012).



**Fotografía 8.1.3.2-4.-** Registro de un juvenil de iguana cola espinosa del noreste (*Ctenosaura Acanthura*) coordenadas UTM X=607625 Y=2497032.



**Fotografía 8.1.3.2-5.-** Registro de un cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) sobre el cuadro de maniobras del pozo 142D coordenadas UTM X=607292 Y=2496777.

### 8.1.2.3.3.- Aves

El listado avifaunístico se obtuvo principalmente por observaciones directas, basándonos en el comportamiento de este grupo, de su amplio rango de distribución y dispersión, utilizando la técnica de Puntos de Conteo, que forma una variante del método de King, que consiste en establecer transectos de 1,000 m, donde se ubican 10 sub-estaciones, una cada 100 m, con una cobertura de 50 m de radio, registrando y contabilizando en cada estación durante 5 minutos todas las especies observadas con la ayuda de binoculares Leupold de 12X por 50mm y Scoupe Leupold 60X por 80 mm, y auditivamente a través de la identificación de cantos. (Fotografía 8.1.3.2- 6 y 8.1.3.2-7)



Fotografías  
eliminadas por  
ser datos  
personales.  
Fundamento en  
el art. 113  
Fracción I de la  
Ley Federal de  
Transparencia  
y Acceso a la  
Información  
Pública.



**Fotografía 8.1.3.2-6.-** Puntos de conteo para la identificación de aves UTM X=606866 Y=2498856.



Fotografía eliminada por ser datos personales.  
Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



**Fotografía 8.1.3.2-7.-** Inventario en cuerpo de agua para el registro de aves UTM X=607515Y=2496445.

Se utilizaron, también, para el muestreo de aves, ocho redes Ornitológicas de 3 x 12 m (Fotografía 8.1.3.2-8). Estas redes se colocaron a lo largo de una línea de 96 m., o en dos de 48 m. etc. En lugares estratégicos de probada presencia de aves (pasos naturales claros en la vegetación etc.) efectuando revisiones cada 15 minutos, durante dos días consecutivos. Esta técnica permite registrar aves poco abundantes.



**Fotografía 8.1.3.2-8.-** Captura de Colibrí vientre canelo (*Amazilia yucatanensis*) en redes ornitológicas colocadas en coordenadas UTM X=607573 Y=2496491.

Para llevar a cabo la identificación de las aves se observaron detalladamente las señas particulares que distinguen a cada especie: coloración y tamaño del cuerpo, forma de las alas, forma de la cola, forma del pico, patrones de coloración, en algunas ocasiones el tipo de vuelo que llegan a realizar característico de ciertos grupos. Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificaron con base en las guías de Stokes y Stokes (1996), Peterson y Chaliff (1973), Peterson (1980), Robbins et al. (1983), National Geographic Society (1987), Howell y Webb (1995), Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), National Audobon Society (2003), Perlo (2006), Edwards (2009), Ferguson – Lees J. y D. A. Christie. (2005), Sibley D. (2000) y Smithsonian Hand Books (2002)

Los nombres comunes de las especies, su categoría de riesgo (de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010) y generalidades de cada especie, fueron tomados de la publicación: “Aves de México, lista actualizada de especies y nombres comunes”, editada por la CONABIO en 2015; asimismo, la corroboración de las sinonimias para concordancia con las especies identificadas fue realizada mediante el sitio web del ITIS (Integrated Taxonomic Information System).



Fotografía 8.1.3.2- 9.- Captura fotográfica de algunas aves detectadas dentro del Área Contractual Barcodón

#### 8.1.3.2.2.4 Mamíferos

Para el muestreo mastozológico, como métodos indirectos se realizaron transectos lineales con 20 m de ancho, en la búsqueda de huellas, excretas y en aquellos lugares donde se apreciara actividad de este grupo como veredas, cuerpos de agua, etc. (Aranda, 2000), y otros rastros e indicios como sonidos, pelos, cadáveres, restos óseos y como método directo la identificación visual de los individuos (Fotografía 8.1.3.2-10).



Fotografía eliminada por ser dato personal. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



**Fotografía 8.1.3.2-10.-** Localización de un rastro (huella) de Mapache (*Procyon lotor*) método indirecto. Coordenadas UTM X: 605515 Y: 2497946.

Con el fin de cubrir la mayor cantidad posible del hábitat, se utilizó una técnica complementaria para los mamíferos de talla pequeña (básicamente roedores) consistente en la colocación de trampas de captura tipo Sherman. Se colocaron 30 trampas Sherman una cada 10 metros (fotografía 8.1.3.2-11), se utilizó como atrayente una mezcla de hojuelas de avena, crema de cacahuate y vainilla, para inducir que el animal entre a la trampa y accione el dispositivo mecánico. Esta estrategia es específica para la captura de pequeños mamíferos (Mandujano 1994; Brower *et al.*, 1990; Kays R y Don E. Wilson, 2002).



**Fotografía 8.1.3.2-11.-** Trampas Sherman colocada para la captura de pequeños mamíferos dentro del área del proyecto. Coordenadas UTM X: 607586 Y: 2496895.

Se colocaron trampas de captura tipo Tomahawk (Fotografía 8.1.3.2-12) para ejemplares de talla media, las cuales se instalaron estratégicamente en el área de muestreo, la distribución espacial de las mismas obedeció entre otras cosas a las características del entorno (identificación de sitios de paso y presencia de cuerpos de agua), así como, al comportamiento de los mamíferos a capturar Selem-Salas et. al. (2004); las trampas fueron cebadas con distintos atrayentes (Hormonas de felino, sardinas, frutas y verduras, carne pescado etc.). Los organismos capturados primeramente se registraron fotográficamente, seguidos de su identificación *in situ*, para su posterior liberación en los mismos sitios de captura.



Fotografías  
eliminadas por  
ser datos  
personales.  
Fundamento en  
el art. 113  
Fracción I de la  
Ley Federal de  
Transparencia  
y Acceso a la  
Información  
Pública.



**Fotografía 8.1.3.2-12.-** Transporte de trampa Tomahawk para la captura de mamíferos medianos en el Área Contractual Barcodón. Coordenadas UTM X=: 606550 Y=: 2498778.

También se utilizaron 5 trampas tipo Havahart, las cuales están indicadas por el fabricante para el muestreo de mamíferos de talla entre pequeña y mediana como por ejemplo las ardillas, por esa razón se colocaron sobre el hábitat típico de estos roedores (sobre árboles) y donde se espera la presencia de ardillas arborícolas (Fotografía 8.1.3.2-13).



**Fotografía 8.1.3.2-13.-** Trampa tipo Havahart activada sobre un ramo para la captura de mamíferos arborícolas en el Área Contractual Barcodón. Coordenadas UTM X=: 607654 Y=: 2496893.

Asociado a la instalación de los diferentes tipos de trampas, se colocaron Estaciones Olfativas (Fotografía 8.1.3.2-14 y 8.1.3.2-15), cebadas con diferentes atrayentes las cuales están indicadas para el muestreo e identificación de carnívoros, a través de huellas y excretas así como por fotografías ya que se colocaron conjuntamente con estas estaciones, cámaras de vídeo digital por infrarrojos Stealth Cam Core 3.0 MP Mini Scouting y Trophy Cam Bushnell Trophy Cam 2011 Xlt las cuales se activan al detectar movimiento. Esta cámara tiene emisores de infrarrojos que permiten grabar a la vida silvestre sin flash visible con un alcance de hasta 15.24 m (50 ft). Estas estaciones se dirigieron estratégicamente en lugares con probada actividad de este tipo de fauna.



**Fotografía 8.1.3.2- 14.-** Estación olfativa con cámara trampa activada para detección de mamíferos, en el recuadro superior un coyote (*Canis latrans*) fotografiado en el Área Contractual Barcodón en las Coordenadas UTM X=607525 Y=2496756.



**Fotografía 8.1.3.2- 15.-** Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) detectado con cámara trampa colocada en la parte norte del Área Contractual Barcodón en coordenadas UTM X: 606539 Y: 2499004.

Para los mamíferos voladores (Quirópteros) se utilizaron Redes de nylon de 12 m de largo por tres m de ancho con un claro de malla de 12 mm colocadas durante el amanecer de cada día durante los trabajos de campo en sitios idóneos para la captura de estos organismos como son claros en la vegetación, cuerpos de agua, oquedades etc. (Fotografía 8.1.3.2-16), a los organismos capturados se les tomaron datos morfométricos para su identificación y liberación *in situ* (Medellín, 1997).



**Fotografía 8.1.3.2-16.-** Murciélagos de charreteras menor (*Sturnira lilium*) capturado en red ornitológica, en coordenadas X=607600 Y=2496491.

Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificaron con base en las guías de Aranda (1981); Ramírez, P. J. (1999); Ramírez-Pulido et al. (2005); Medellín (2008); Roland W. Kays and Don E. Wilson (2009). (Fotografía 8.1.3.2- 17).



**Fotografía 8.1.3.2-17.-** Utilización de guías de campo para identificación de mamíferos. Coordenadas UTM X: 605555 Y: 2496532.

#### 8.1.3.2.2.5.- Aplicación de Encuestas

Para enriquecer los listados de los grupos de anfibios, reptiles y principalmente mamíferos, se utilizó un método adicional indirecto para la obtención de información, el cual consiste en la recopilación de datos inéditos mediante encuestas y consultas a conservacionistas, naturalistas, cazadores, usuarios del campo y lugareños respaldadas con fotografías o guías de campo.

### 8.1.3.2.3 RESULTADOS

#### Ubicación, distribución de sitios de muestreo

Se definieron cinco sitios de muestreo dentro del Área Contractual Barcodón (Figura 8.1.32.7) en cada uno de ellos se trabajó durante dos días consecutivos aplicando las técnicas antes mencionadas para cada grupo de vertebrados terrestres. Los muestreos se realizaron en el verano del año 2016.

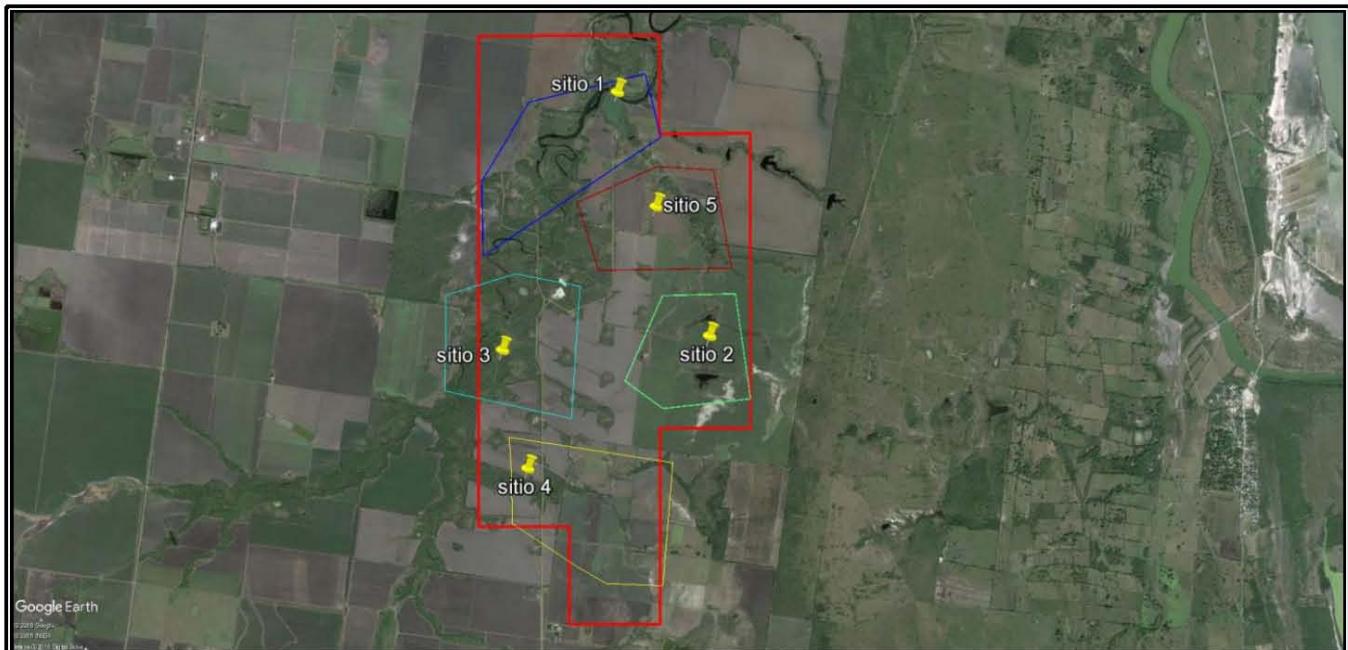


Figura 8.1.3.2- 7.- Sitios muestreados dentro del Área Contractual Barcodón.

A continuación se presenta una tabla (Tabla 8.1.3.2-2) donde se enumera la localización exacta de cada una de las técnicas implementadas para definir la riqueza y la abundancia de la fauna silvestre.

**Tabla 8.1.3.2-2-** Se representa los sitios y las técnicas utilizadas para los muestreos de fauna silvestre en el Área Contractual Barcodón.



Sitio	Tipo de vegetación INEGI	Grupo	Coordinada	X	Y	Técnica de Muestreo
S1	IAPF	Aves	Puntual	606785	2498932	Red ornitológica
			Inicial	606609	2498762	Transecto punto de conteo de aves
			Final	607056	2498826	
		Anfibios y Reptiles	Inicial	606842	2498865	Transecto para búsqueda de herpetofauna
			Final	6076646	2498232	
			Puntual	606718	2498965	Revisión de cuerpo de agua
			Puntual	606506	2498950	Trampa de caída
			Inicial	606561	2498785	Transecto para búsqueda de rastros de mamíferos
			Final	606696	2498990	
		Mamíferos	Puntual	606851	2498956	Trampa tipo Sherman
			Puntual	606811	2498973	Trampa tipo Tomahawk
			Puntual	606547	2499012	Cámara Trampa
S2	SBC	Aves	Puntual	607569	2496534	Red ornitológica
			Inicial	607403	2496367	Transecto punto de conteo de aves
			Final	607925	2496780	
		Anfibios y Reptiles	Puntual	607567	2496653	Trampa de caída
			Inicial	607246	2496569	Transecto para búsqueda de herpetofauna
			Final	607846	2497201	
		Mamíferos	Inicial	607261	2496442	Transecto para búsqueda de rastros de mamíferos
			Final	607676	2496432	
			Puntual	607719	2496870	Trampa tipo Sherman
			Puntual	607654	2496893	Trampa tipo Havahart
			Puntual	607556	2496740	Trampa tipo Tomahawk
			Puntual	607562	2496746	Cámara Trampa



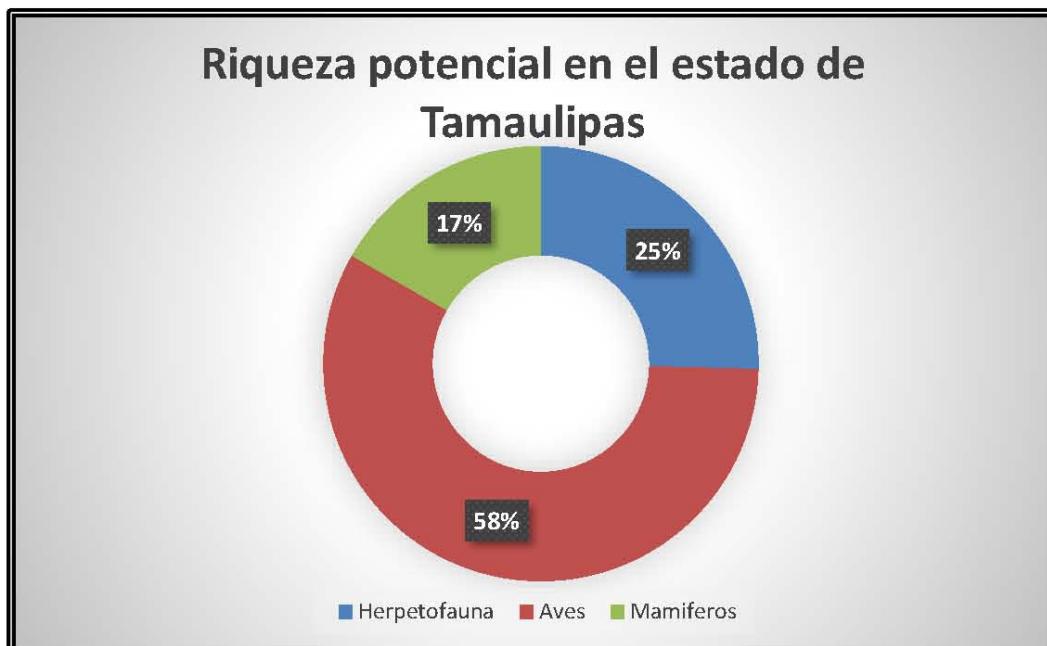
Continuación Tabla 8.1.3.2-2

Sitio	Tipo de vegetación INEGI	Grupo	Coordinada	X	Y	Técnica de Muestreo
S3	IAPF	Aves	Puntual	605547	2496584	Red ornitológica
			Inicial	605992	2497057	Transecto punto de conteo de aves
			Final	605978	2496066	
		Anfibios y Reptiles	Inicial	605538	2496983	Transecto para búsqueda de herpetofauna
			Final	605538	2496332	
			Inicial	605917	2496619	Transecto para búsqueda de herpetofauna
			Final	606160	2497284	
		Mamíferos	Inicial	605569	2496608	Transecto para búsqueda de rastros de mamíferos
			Final	605918	2496409	
			Puntual	605538	2496480	Trampa tipo Sherman
			Puntual	605561	2496669	Trampa tipo Havahart
			Puntual	605592	2496663	Trampa tipo Tomahawk
S4	IAPF	Aves	Puntual	605547	2496584	Red ornitológica
			Inicial	605694	2495167	Transecto punto de conteo de aves
			Final	606934	2494744	
		Anfibios y Reptiles	Inicial	605522	2495493	Transecto para búsqueda de herpetofauna
			Final	605988	2495073	
			Puntual	606947	2494748	Revision de cuerpo de agua
		Mamíferos	Inicial	605609	2495323	Transecto para búsqueda de rastros de mamíferos
			Final	605951	2495074	
			Puntual	605569	2495405	Trampa tipo Sherman
			Puntual	605562	2495405	Trampa tipo Tomahawk
S5	IAPF	Aves	Puntual	605557	2495404	Red ornitológica
			Inicial	606662	2497786	Transecto punto de conteo de aves
			Final	607264	2497911	
		Anfibios y Reptiles	Inicial	606646	2497815	Transecto para búsqueda herpetofauna
			Final	607564	2497665	
			Puntual	606979	2497817	Revision de cuerpo de agua
		Mamíferos	Inicial	607014	2497816	Transecto para búsqueda de rastros de mamíferos
			Final	607354	2497713	
			Puntual	607025	2497746	Trampa tipo Sherman
			Puntual	606975	2497772	Trampa tipo Tomahawk

### 8.1.3.2.3.1.- Diversidad y abundancia

#### Riqueza potencial de fauna

La consulta de información bibliográfica incluyó estudios realizados para el estado de Tamaulipas, bases de datos nacionales e internacionales, consultas de Flores-Villela (1993), García y Ceballos (1994), Flores Villela & Canseco-Márquez (2004), National Geographic Society (1987), Peterson (1989), Howell y Webb (1995), González García, F. & H. Gómez de Silva. (2003). Palomera-García et. al. (2007), Bird Life International (2008), CONABIO (2012). La revisión bibliográfica nos conduce a un registro de 843 especies de vertebrados terrestres como riqueza para el estado de Tamaulipas, de los cuales 214 corresponden a Anfibios y Reptiles, 487 Aves y 142 Mamíferos (Gráfica 8.1.3.2- 1).



Gráfica 8.1.3.2-1.- Registro porcentual de las especies de vertebrados terrestres para Tamaulipas.



Los valores anteriores deberán interpretarse como un potencial de la riqueza de especies para el área que comprende el Estado de Tamaulipas y no específicamente del Área del proyecto por lo cual deben de tomarse solamente como un dato base que sirve como primer acercamiento para definir la riqueza de la fauna silvestre existente en el Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.3.2 Riqueza de especies

La riqueza del Área Contractual Barcodón, está conformada por 83 especies (Aneo L") de vertebrados terrestres, ocho son Reptiles 61 Aves y 14 Mamíferos (Grafica 8.1.3.2- 2) los muestreos de campo no arrojaron como resultado el registro de ningún anfibio.

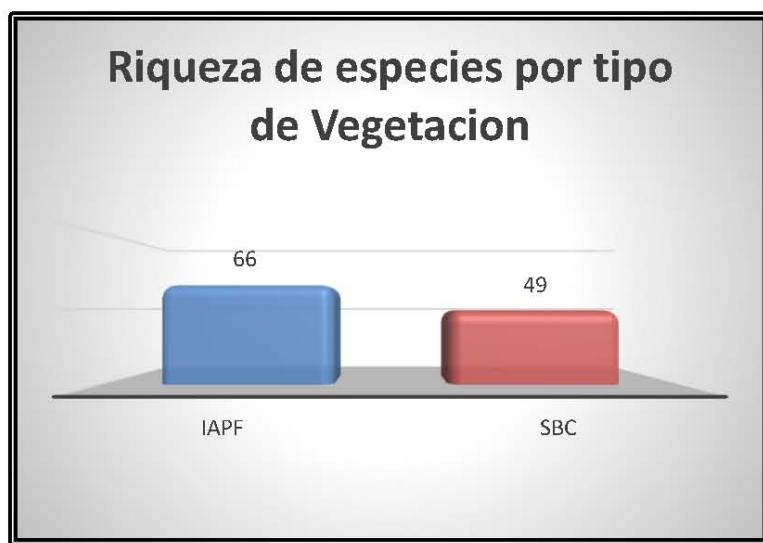


Gráfica 8.1.3.2-2.- Riqueza de especies general en el Área Contractual Barcodón.



#### 8.1.3.2.3.3 Riqueza de especies por tipo de Vegetación

Como se puede apreciar en la Figura 8.1.3.2-6 en la poligonal del Área Contractual Barcodón el INEGI registra dos tipos de vegetación y/o Uso de suelo, EL denominado Información Agrícola Pecuario y Forestal (IAPF) y Selva Baja Caducifolia (SBC) una vez realizado las visitas a campo es posible afirmar que el Área Contractual está constituido precisamente por Áreas agrícolas, Pecuarias y las áreas con Selva Baja Caducifolia están restringidas a las zonas que circundan los cauces de arroyos y a las orillas de las presas existentes. Se pudo también determinar que la riqueza de especies; se acentúa más en el IAPF con 66 especies En contraste la zona marcada como SBC presentan menor riqueza de especies con 49 especies (Grafica 8.1.3.2- 2).



Gráfica 8.1.3.2-3.- Riqueza de especies por tipo de vegetación en el Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.3.4 Análisis de Abundancia por tipos de Vegetación

Para el análisis de la Abundancia se tomó en cuenta los tipos de vegetación y el número de individuos de cada especie de los diferentes grupos de vertebrados terrestres Siendo el grupo de las aves el más



abundante. Los tipos de vegetación resguardan distintas especies, las cuales se distribuyen a lo largo y ancho de la poligonal del Área Contractual Barcodón (Tabla 8.1.3.2-3 y gráfica 8.1.3.2-3).

**Tabla 8.1.3.2-3.-** Abundancia de especies por Tipos de vegetación presentes en la Cuenca.

Grupo Faunístico	Vegetación	
	SBC	IAPF
Herpetofauna	9	15
Aves	114	310
Mamíferos	15	20
Total	<b>138</b>	<b>345</b>

FUENTE: INEGI 2013. Tipos de Vegetación: SBC- Selva Baja Caducifolia, IAPF.- Agrícola-Pecuaria-Forestal,

ABUNDANCIA DE LOS GRUPOS FAUNISTICO POR TIPO DE VEGETACION



**Gráfica 8.1.3.2-4.-** Abundancia de especies por tipo de vegetación en el Área Contractual Barcodón.



### 8.1.3.2.3.5 Índices de Biodiversidad y Riqueza de especies

Para el análisis de la biodiversidad se utilizaron diferentes índices estadísticos; para la diversidad se usaron el índice de Shannon ( $H'$ ) y Shannon-Wiener, (Shannon C E, Weaver W., 1949) y el de Margalef (Margalef D R., 1972); para la dominancia de especies se utilizó el de Simpson (Simpson, 1949), en la Tabla 8.1.3.2-4 se muestran los valores obtenidos.

**Tabla 8.1.3.2-4.-** Índices de Biodiversidad, Riqueza y abundancia de especies para el área de proyecto.

Índices	MUESTREOS POR TIPO DE VEGETACIÓN	
	IAPF	SBC
Riqueza	66	49
Abundancia	345	138
Índice de Shannon	3,64	3,45
Índice de Simpson	0,04	0,05
Índice de Margalef	11,12	9,74
Inverso de Simpson	24,25	19,01

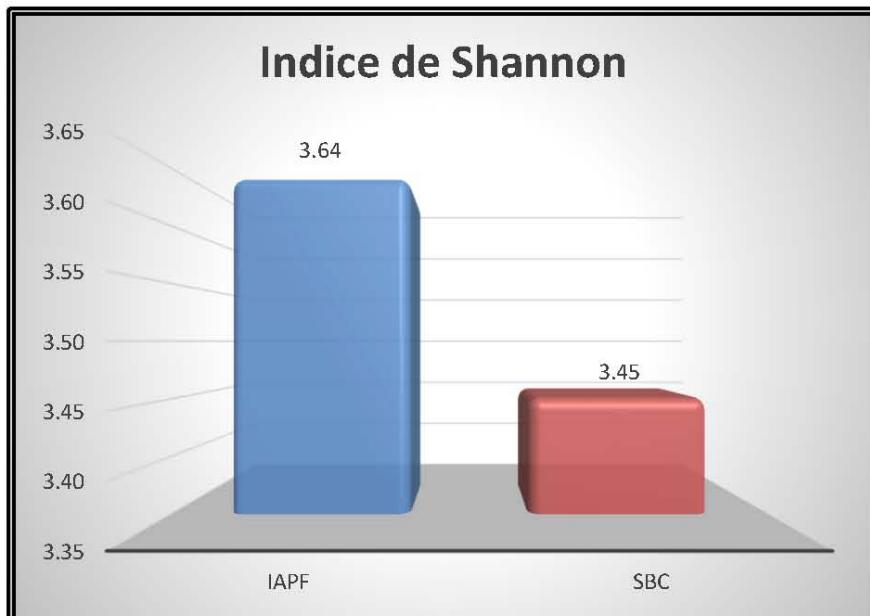
### 8.1.3.2.3.6 Índice de Shannon

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). (Magurran 2001).

Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. (Moreno, 2001 en Orellana 2009).



El valor máximo suele estar cerca de 5, A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.



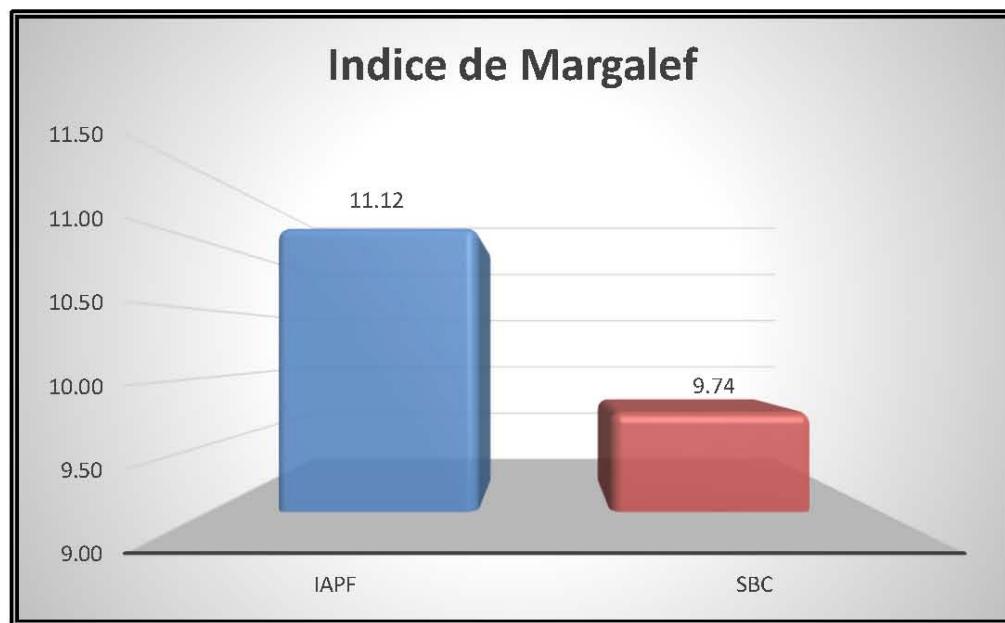
**Gráfica 8.1.3.2-5.-** Valores de índice de Shannon-Wiener para el Área Contractual Barcodón

#### 8.1.3.2.3.7 Índice de Margalef

Para obtener el índice de Margalef para las diferentes cuencas se utilizó la fórmula:  $1=(S-1)/\ln N$  Donde: S = número de especies N = número total de individuos El índice de Margalef, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S=k/N$  donde k es constante (Magurran, 1998 en Moreno, 2001).

Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una Comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra.

(Margalef. 1969). El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margaleff. R, 1995).



#### 8.1.3.2.3.8 Índice de Simpson

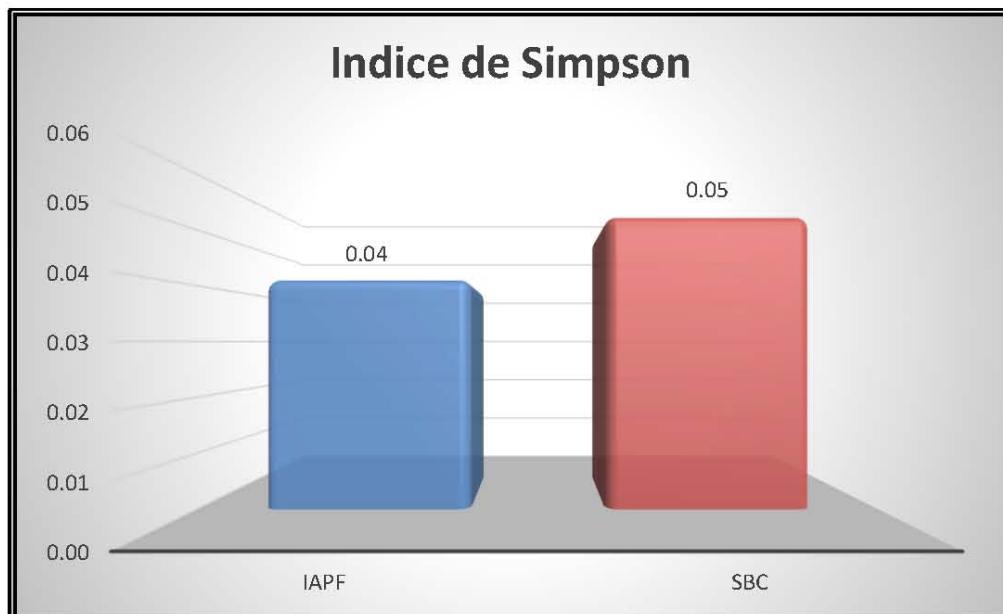
El índice de dominancia de Simpson, es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Pielou. 1969).

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Pielou . 1969).



Este índice de Simpson de dominancia  $D=p^2$  estima si en un área determinada hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le da importancia a las especies muy abundantes y por tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado (Lamprecht., 1962 en Orellana 2009).

Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.



Gráfica 8.1.3.2- 7.- Valores de índice de Simpson para el área de proyecto.

**Especies bajo categoría de riesgo y Conservación.**-Basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestresen (CITES) en el Área Contractual Barcodón, se presenta 14



especies en alguna o en ambas listas. A continuación se observa el número de especies en las diferentes categorías y apéndices (Tabla 8.1.3.2-5)

**Tabla 8.1.3.2-5.-** Número de especies bajo categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE EN ESPAÑOL	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT -2010*	CITES**		
						I	II	III
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana Cola Espinosa del noreste	Pr			
Reptilia	Serpentes	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionera	A			
Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga pinta	Pr			
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Casquito escorpion	Pr			
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr			
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	Pr			
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr			
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr			
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos		X		
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental			X	
Aves	Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario			X	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr			
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Eufonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla				
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo. Ocelote	P	x		

FUENTE: \*NOM-059-SEMARNAT-2010.- Categoría de riesgo: A.- Amenazada, P.- Peligro de extensión, Pr- Protección especial. \*\*CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

#### 8.1.3.2.4 Áreas sensibles

Áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población, sus bienes y/o el ambiente incluye regiones prioritarias para la conservación y sitios ambientalmente sensibles): Deberá localizar y describir las áreas sensibles por las obras o actividades que se realizarán



- I. **Manglares**
- II. **Humedales (sitios ramsar) Luis Valdez**
- III. **Lagunas costeras (Laguna Madre)**
- IV. **Áreas naturales protegidas**
- V. **Rutas de migración mamíferos y aves.**

#### **8.1.3.2.4.1 Metodología**

##### **Áreas de conservación**

Para la visualización de todas las áreas de conservación que pudiera tener alguna interacción con la superficie del Área Contractual Barcodón (ACSB) se ejecutó una sobre posición de planos de las poligonales de áreas de conservación con la poligonal del Área Contractual utilizando la siguiente información:

Se realizó un exhaustivo análisis bibliográfico con la finalidad de identificar todas aquellas regiones geográficas dentro o cercanas al Área Contractual Barcodón con alguna política de conservación encaminada a preservar la fauna silvestre y/o su hábitat, para esto se tomó como antecedente las Áreas Naturales Protegidas Federales de México (CONANP, 2012) y las Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales (INE-CONANP, 2001) para el estado de Tamaulipas;

Igualmente para el desarrollo de este apartado se consultaron las bases de datos de la CONABIO sobre Regiones Terrestres Prioritarias y Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga, et. al, 2000); Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) Benítez, Arizmendi y Márquez, (1999). Unidades de manejo de la vida silvestre UMA (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo>).

Para determinar si el Área Contractual Barcodón se localiza en un área de manglar se consultó el sistema nacional de información de la biodiversidad publicado en el portal de geo información de la CONABIO ([http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/biodiv/monmang/manglegw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/manglegw)) para visualizar el ecosistema de manglar del mapa de manglares de México 2005.



Por ultimo para determinar los Humedales y/o sitios Ramsar (La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, -Convención de Ramsar-) se consultó el portal de la CONANP (<http://ramsar.conanp.gob.mx/lslr.php>) y se compararon estos sitios con la posición geográfica del Área Contractual Barcodón.

A) Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.- De acuerdo con lo establecido en el Artículo 46 de la LGEEPA se consideran Áreas Naturales Protegidas: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales y Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población.

B) Regiones Terrestres Prioritarias.- Unidades ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaque la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

C) Regiones hidrológicas Prioritarias.- El aumento o disminución de la biodiversidad de las aguas epicontinentales están basados en evidencias sobre la pérdida de hábitats (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), de especies, así como en la sobreexplotación e introducción de especies exóticas. Entre otros aspecto técnicos, surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Actualmente existen 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO 2008).

D) Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs).- El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves en México (AICA's), pretende formar parte a nivel mundial de una red de sitios que destaque por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos.



E) Unidad de Manejo de la Vida Silvestre (UMA'S).-El sistema de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre está compuesto por propiedades o conjunto de propiedades privadas, ejidales o bien empresas, sujetas a registro, manejo de hábitat, monitoreo poblacional, procesos sustentables de aprovechamiento, planes de manejo y certificación de la producción. Sitios que hasta 1996 se conocían como viveros, jardines botánicos, zoológicos, criaderos y ranchos cinegéticos, entre otros.

El sistema antes mencionado incluye las UMA que pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privadas, ejidal, comunal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestres que requiere de un manejo para su operación (compendio estadísticas ambientales, 2002), dicha información se obtendrá de los registro oficiales de la SEMARNAT (<http://www.semarnat.gob.mx/estados>).

F) Humedales (SITIOS RAMSAR).- El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Actualmente cuenta con 142 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo, siendo México es uno de los países integrantes.

Su principal objetivo orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

G) Manglares A nivel mundial, México se ubica entre los países con mayor superficie de manglar, aunque hay discrepancia entre las estimaciones reportadas. De acuerdo con la FAO3, en México, en el año 2000 los manglares ocupaban 440,000 ha, cifra que contrasta con las cerca de 890,000 ha, que para la misma fecha reportó SEMARNAT4.



Debido a que hasta el año 2005 no se contaba con estimaciones confiables de la velocidad a la que estaba cambiando el manglar en el país y no se conocían a escala nacional cuáles eran los factores que estaban provocando esos cambios, la CONABIO inició el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), con la finalidad de generar los conocimientos necesarios que incidan en las políticas públicas, para una mejor planeación y manejo de este ecosistema a nivel nacional.

#### 8.1.3.2.5 Resultados

##### 8.1.3.2.5.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Se realizó una sobre posición de planos de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales de México (CONANP, 2012), y la poligonal del proyecto y ninguna de ellas interactúa con el Área Contractual Barcodón. Se identificaron las más cercanas al área contractual (Figura 8.1.3.2-8 y 8.1.3.2-9).

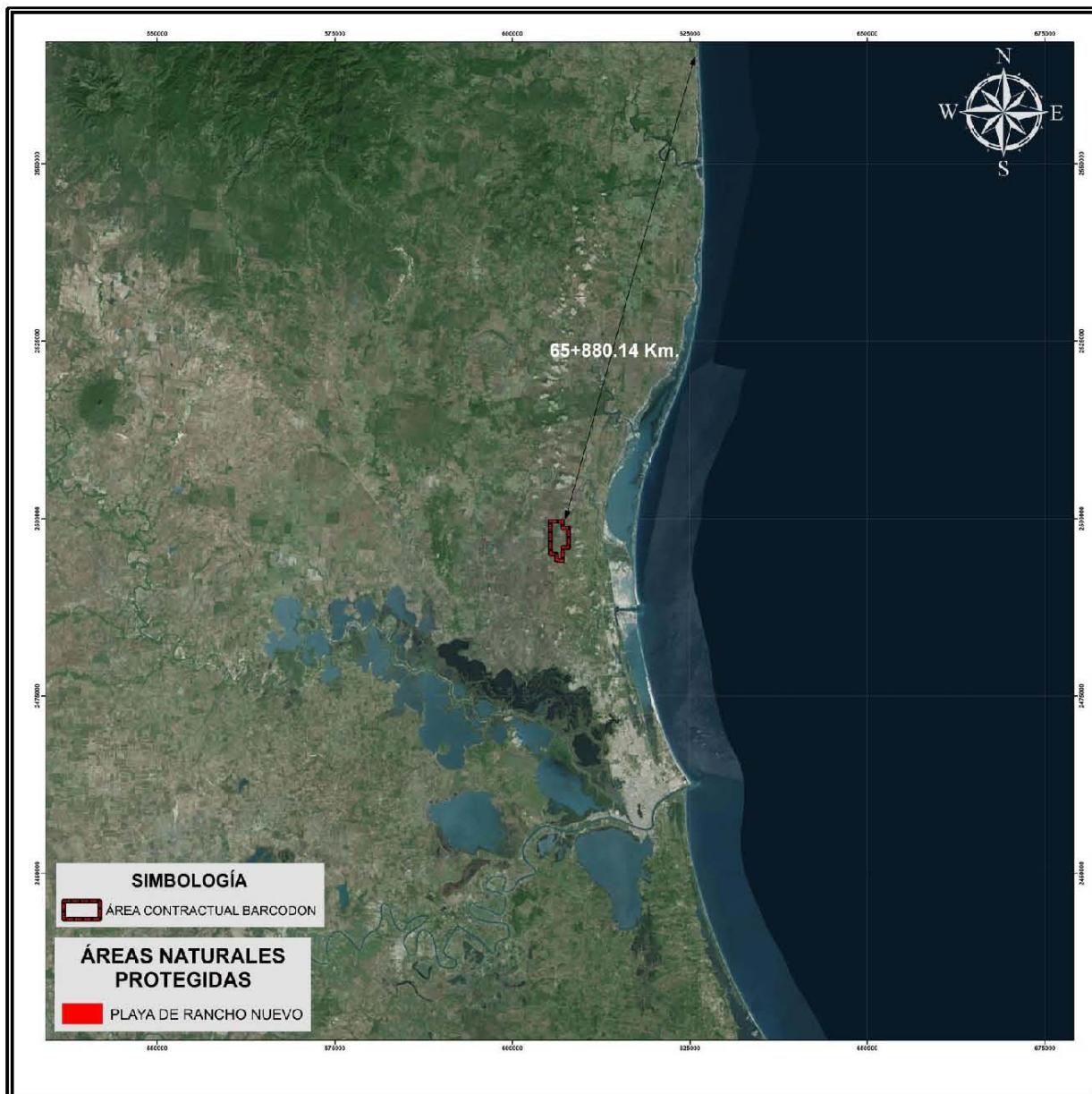


Figura 8.1.3.2-8.- Ubicación geográfica de las Áreas Naturales Protegidas Federales, con respecto al AP.

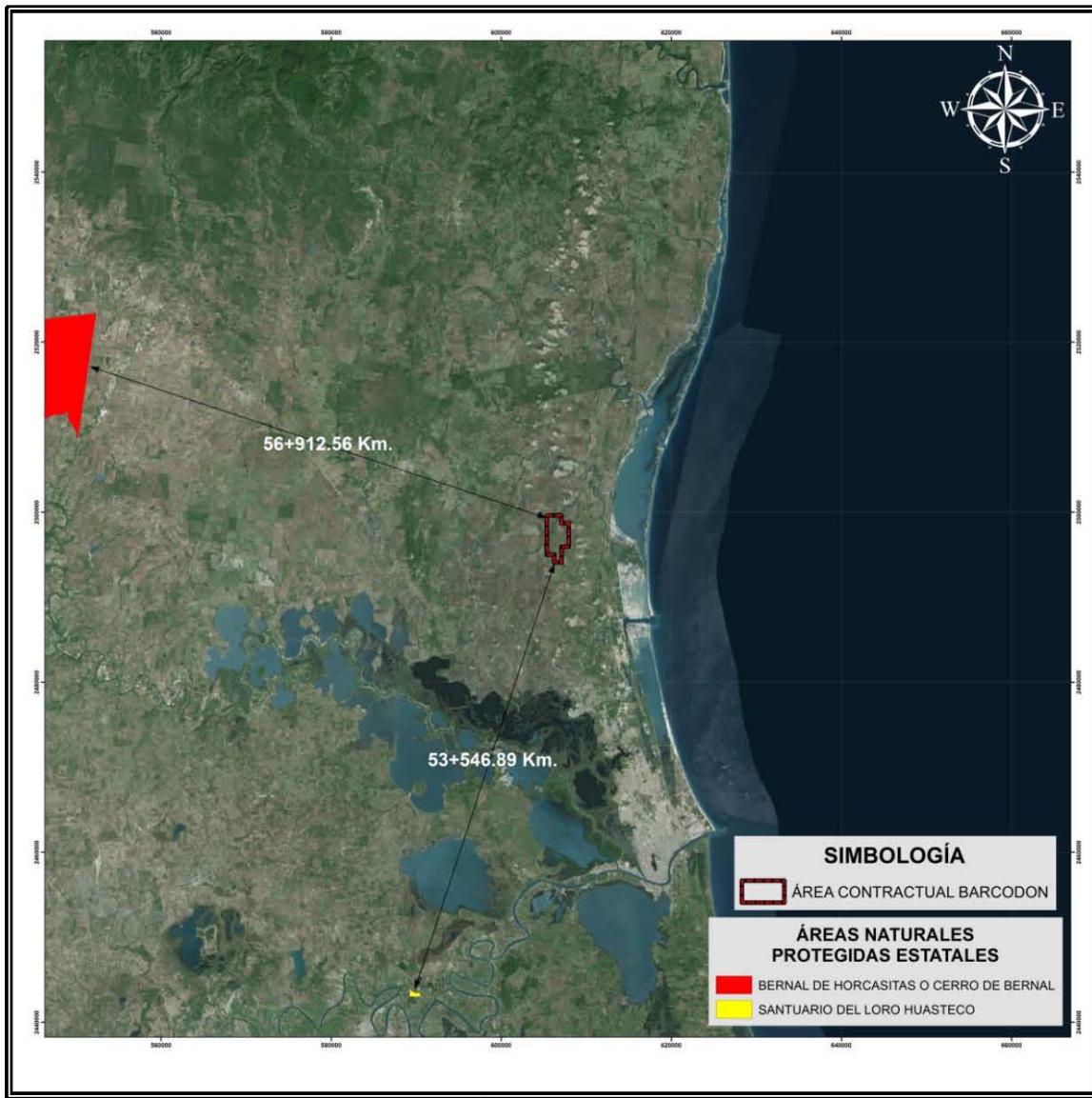
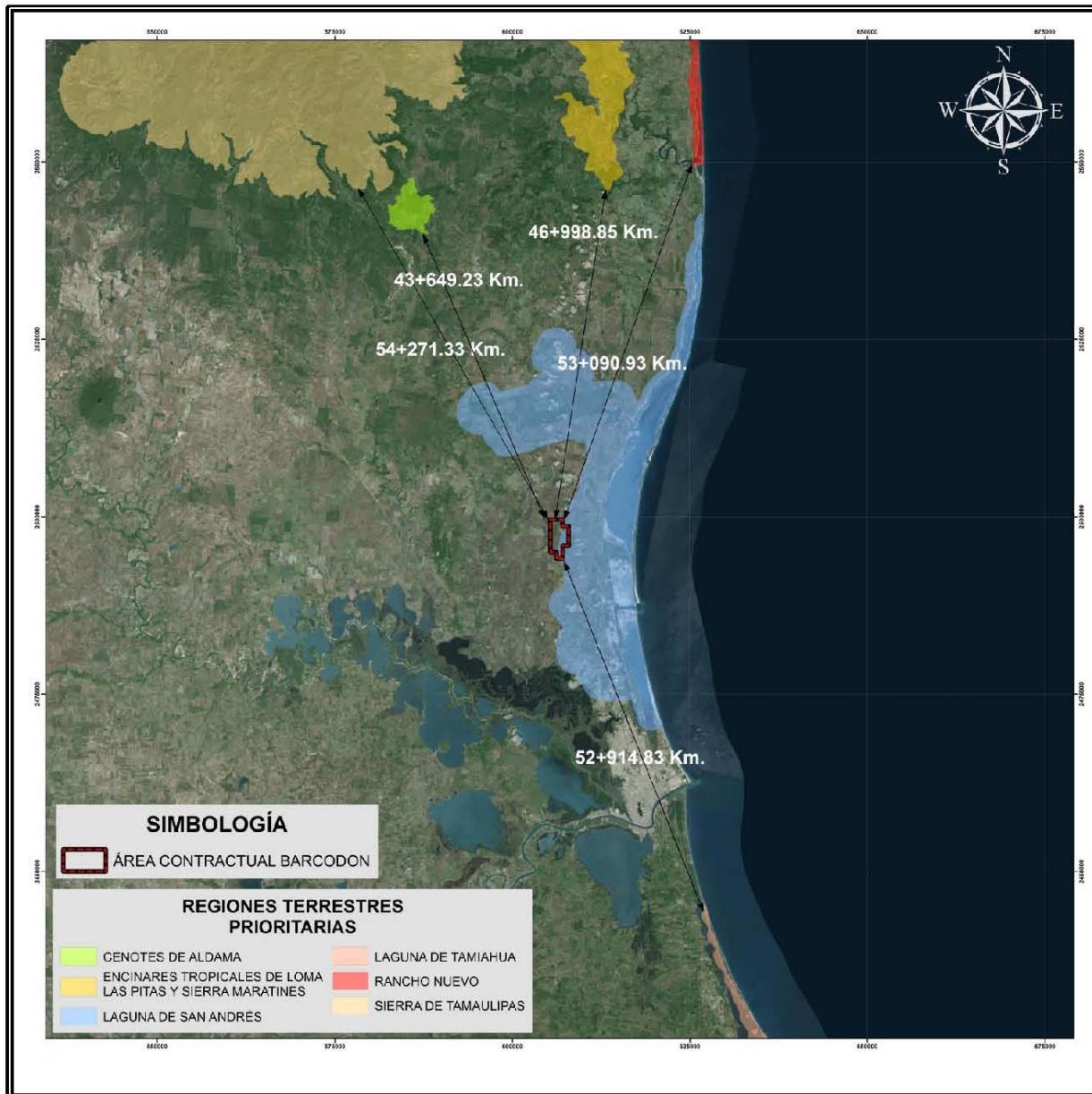


Figura 8.1.3.2-9.- Ubicación geográfica de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, con respecto al AP.

### 8.1.3.2.5.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

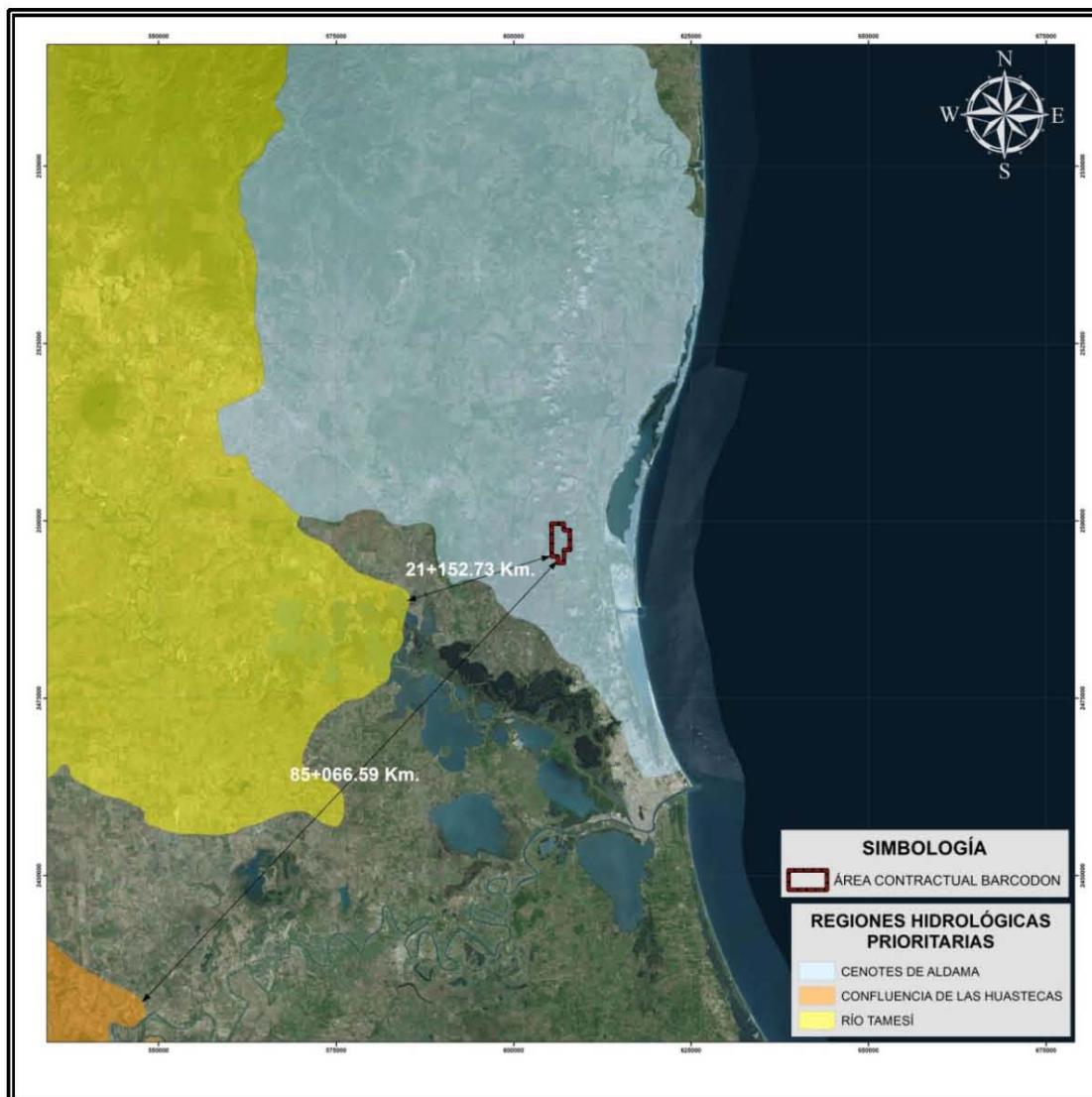
En la figura 10 se plasman las Regiones Terrestres Prioritarias y los límites del Área Contractual Barcodón y se puede constatar que la parte este de la poligonal tiene interacción con la RHP Laguna de San Andrés.



**Figura 8.1.3.2-10.-** Regiones Terrestres Prioritarias que interactúan con la poligonal del Área Contractual Barcodón.

### 8.1.3.2.5.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Al realizar el análisis para verificar las RHP marcadas por la CONABIO se obtuvo que el Área Contractual Barcodón (Figura 8.1.3.2-11) se encuentra inmerso en su totalidad en la Región Hidrológica Prioritaria 73 denominada Cenotes de Aldama.



**Figura 8.1.3.2-11.-** Regiones Hidrológicas Prioritarias que interactúan con la Poligonal del Área Contractual Barcodón



La CONABIO redacta en su página de internet ([http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_073.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_073.html)) una ficha técnica sobre la situación de esta RHP la cual se reproduce textualmente a continuación:

### 73. CENOTES DE ALDAMA

**Estado(s):** Tamaulipas **Extensión:** 5 014.28 km<sup>2</sup>

**Polígono:** Latitud 23°22'48" - 22°16'48" N Longitud 98°26'24" - 97°45'36" W

#### **Recursos hídricos principales**

**Iénticos:** cenotes, lagos, reservorios

**Ióticos:** río el Tigre y arroyos.

**Limnología básica:** Aguas subterráneas hidrotermales sulfurosas.

**Geología/Edafología:** suelos salinos tipo Feozem y Vertisol. Minerales de kallenita y montmorillonita.

**Características varias:** clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26 °C. Precipitación total anual de 800-1200 mm.

**Principales poblados:** Aldama

**Actividad económica principal:** ganadería y agricultura

**Indicadores de calidad de agua:** ND

**Biodiversidad:** tipos de vegetación: bosques de coníferas y encinos, selva baja caducifolia, matorral espinoso, encinar tropical y pastizal halófilo y cultivado. Por la integridad del ecosistema, la biota de estos ambientes puede estar bien representada. Endemismo del crustáceo *Procambarus (Ortmannicus) acutus cuevachicae* y del pez *Prietella lundbergi*. Especies amenazadas de tortugas y ranas; de aves *Amazona oratrix*, *A. viridigenalis*, *Aratinga holochlora*, *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *B. magnirostris*, *Otus asio*.

**Aspectos económicos:** acuicultura, actividad ganadera y agrícola, servicios de abastecimiento de agua y riego; industria (empacadoras y rastro).

#### **Problemática:**

- **Modificación del entorno:** formación de canales, desecación y modificación de la vegetación para agricultura.



- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales
- Uso de recursos: uso de suelo agropecuario en la planicie y para acuicultura.

**Conservación:** preocupa el incremento de la actividad turística (buceo); se desconoce el sistema de manera integral, pero por su poca alteración conviene conservarlo. Faltan estudios en el área, listas de especies y estudios ecológicos.

**Grupos e instituciones:**, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste Instituto de Ecología y Alimentos, UAT – Cd. Victoria; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Instituto de Biología, UNAM; Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Monterrey; Universidad Autónoma de Tamaulipas.

### Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Al sobreponer las poligonales de las RMP divulgadas por la CONABIO y la poligonal del Área Contractual Barcodón se puede observar que al este se localizan tres regiones marinas prioritarias, sin embargo ninguna de ellas tiene interacción directa con la poligonal del proyecto. La laguna de San Andrés es la más cercana y se localiza a casi cuatro Km al este (Figura 8.1.3.2- 12)

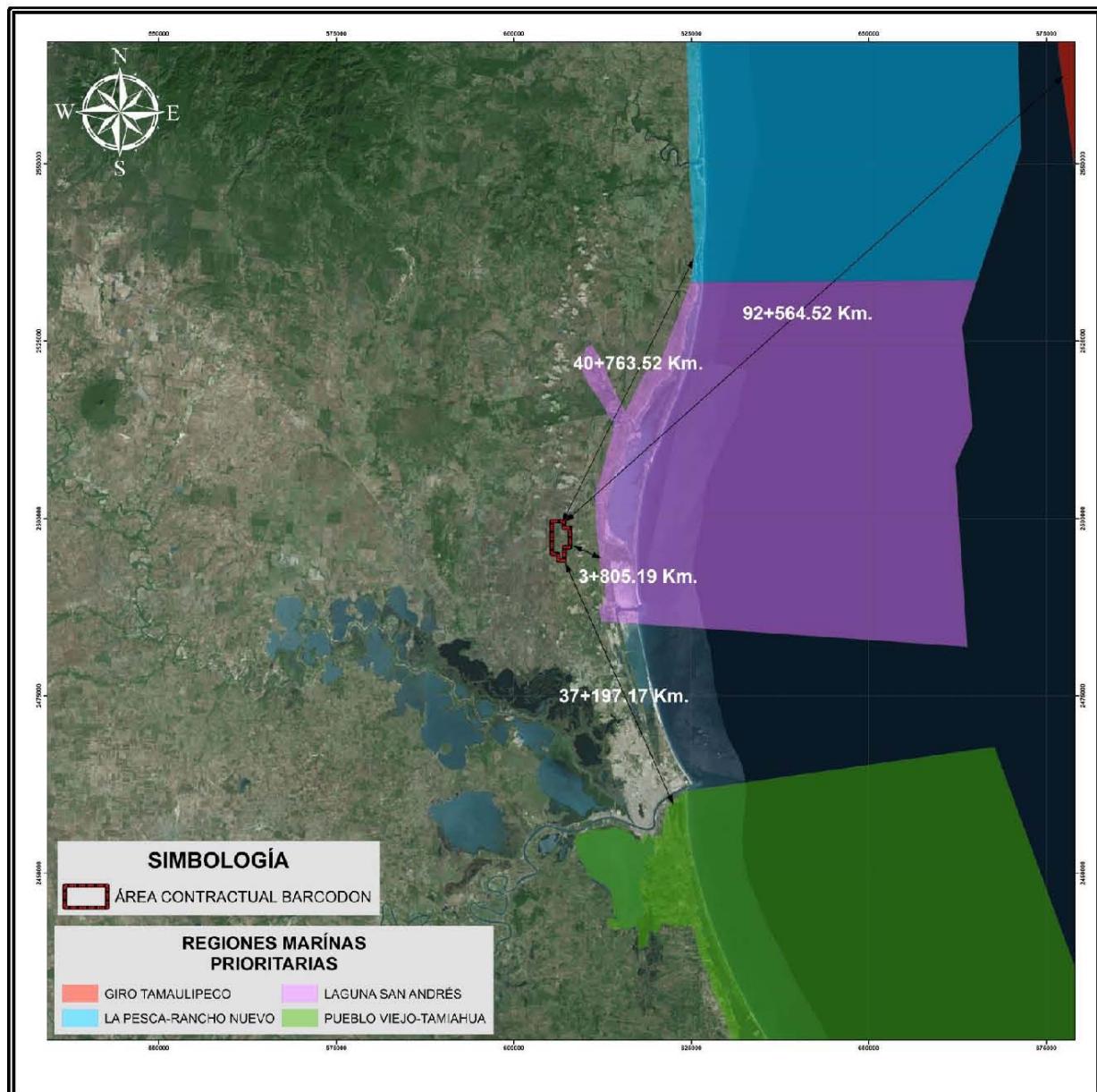
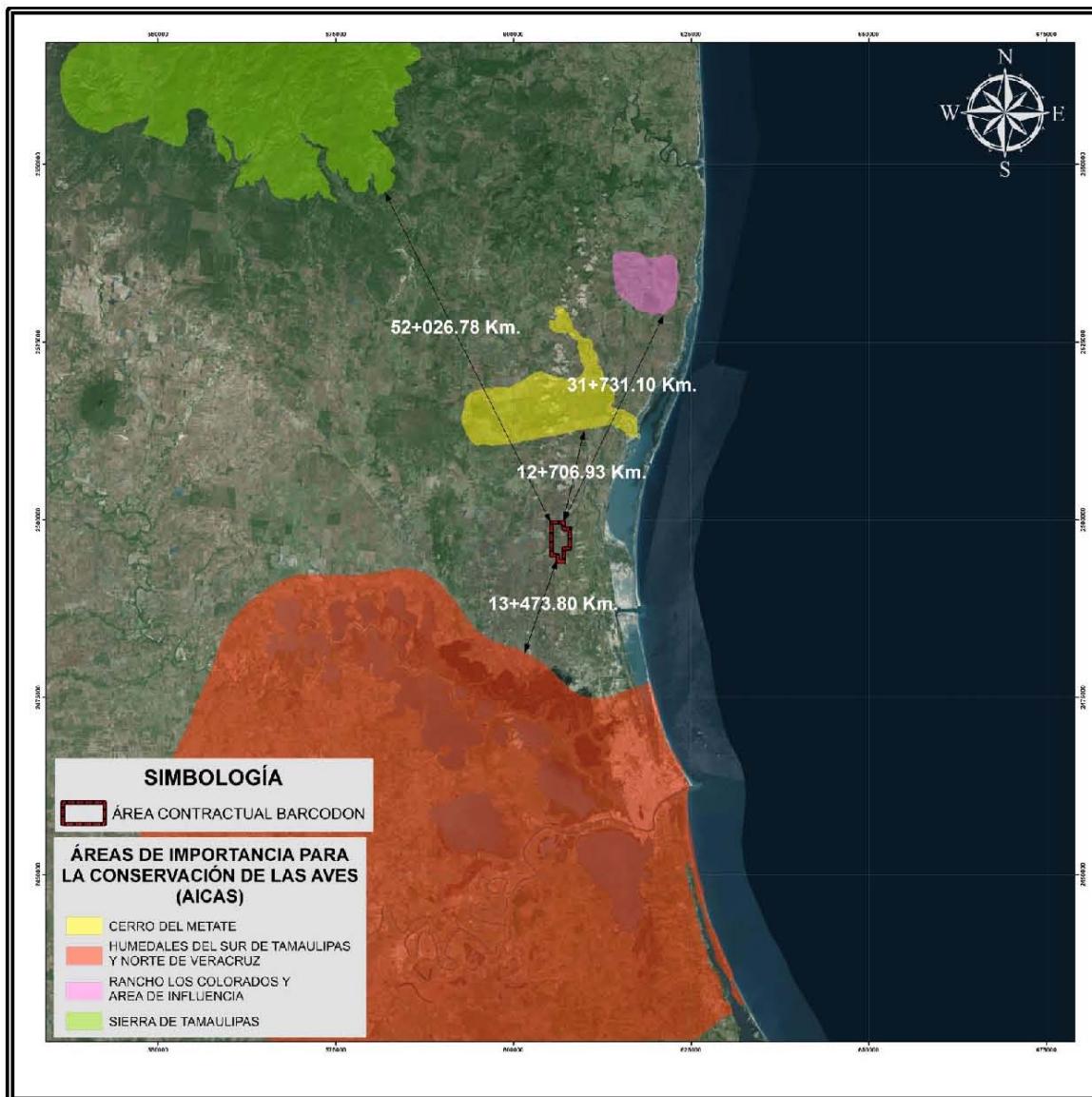


Figura 8.1.3.2- 12.-Regiones Marinas Prioritarias cercanas a la Poligonal del Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.5.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA'S)

Las AICAs cercanas al Área Contractual Barcodón se indican en la Figura 8.1.3.2-13, se puede observar que no incide sobre ningún Área de Importancia Ecológica para la Conservación de las Aves.



**Figura 8.1.3.2-13.-** Área de importancia para la conservación de las aves y su relación geográfica con respecto al Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.5.5 Unidad de Manejo de la Vida Silvestre (UMA'S)



Dentro del Área Contractual Barcodón no se tiene registrada ninguna Unidad de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre la más cercana se localiza aproximadamente a nueve kilómetros al noreste (Figura 8.1.3.2-14).

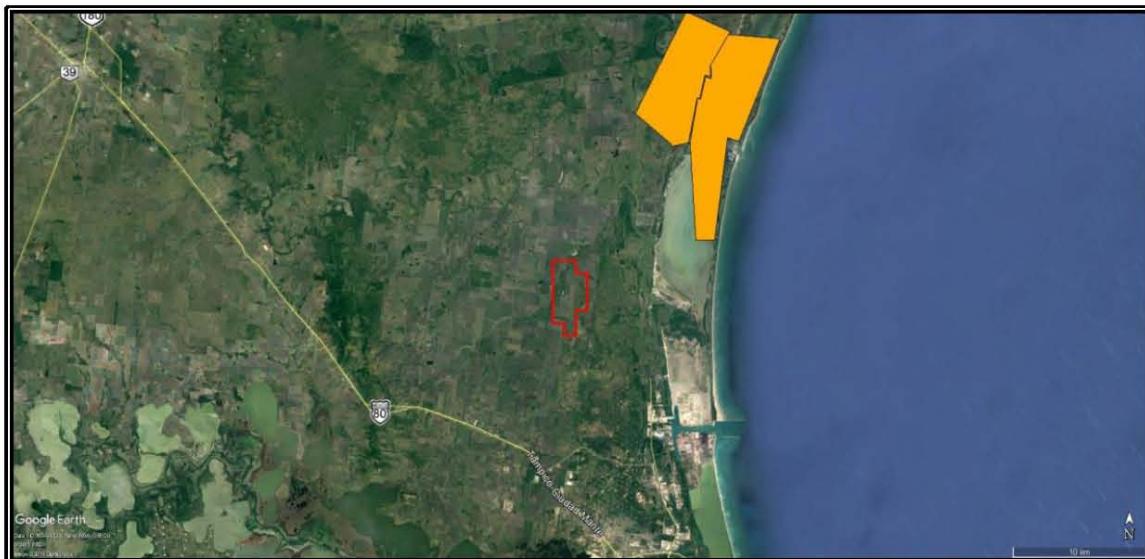


Figura 8.1.3.2-14.- Ubicación de UMAS (en naranja) cercanas al Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.5.6 HUMEDALES (Sitios Ramsar)

México es uno de los países integrantes de la Convención de RAMSAR la cual busca preservar aquellos humedales que son de suma importancia a nivel mundial.

Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos,



estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

Se observan en la Figura 15 que ningún Sitio considerado como Ramsar interactúa de manera directa con el Área Contractual Barcodón los más cercanos está a más de 50 km al sur y 60km al norte.





**Figura 8.1.3.2-15.-** En la imagen se observa que no existen Sitios Ramsar cercanos al Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.5.7 Lagunas Costeras

En el trabajo denominado “Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 109-134.” Se presenta información sobre los ecosistemas costeros de México, y en especial en el punto cuatro se ofrece información sobre las lagunas costeras la cual se reproduce a continuación:

*La zona costera mexicana es el espacio geográfico de interacción del medio acuático, el terrestre y la atmósfera constituido por a] una porción continental definida por 263 municipios costeros, 150 con frente de playa y 113 interiores adyacentes a estos, con influencia costera alta y media; b] una porción marina definida a partir de la plataforma continental delimitada por la isó- bata de los -200 m, y c] una porción insular representada por las islas oceánicas y costeras.*

*Dentro de lo que se denomina zona costera (aproximadamente comprendida desde la plataforma de mar abierto hasta donde crece la vegetación halófila tierra adentro) se encuentran diversos rasgos que conforman la línea de costa, como lagunas, estuarios, esteros, marismas, bahías, caletas, ensenadas; también existen dentro de esta zona cenotes, aguadas, sartenejas, entre otros (figura 8.1.3.2- 4.3). Dicha diversidad morfológica ha sido consecuencia de la ubicación latitudinal tropical de México y su evolución geológica. Según Lankford (1977) en el país se encuentran 123 rasgos costeros importantes, sin contar los cenotes y cuerpos asociados.*

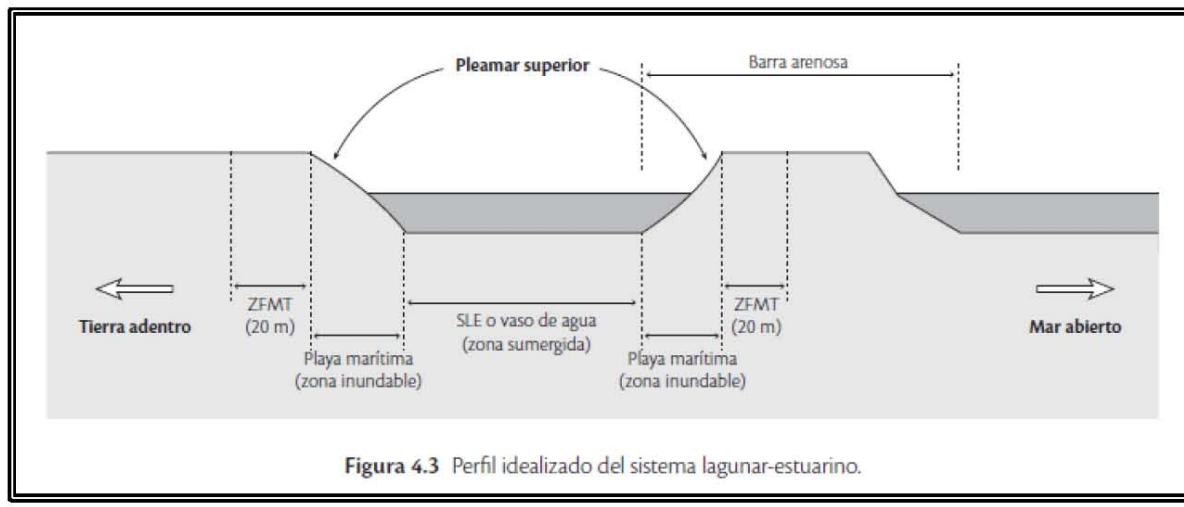


Figura 4.3 Perfil idealizado del sistema lagunar-estuarino.

La mayoría de los sistemas costeros del Golfo de México son alimentados por un río más o menos permanente, que en el caso de las lagunas han recibido el nombre de sistemas fluvio-lagunares o estuarino-lagunares, de los cuales en esta vertiente se encuentran ocho de los más importantes (Ortiz Pérez y de la Lanza-Espino 2006), específicamente localizados en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche. En la Península de Yucatán, por el lado del Golfo de México no se encuentran estos sistemas. Sin embargo, en la parte norte de Celestún destaca Ría Lagartos por sus dimensiones; en el estado de Quintana Roo existen la laguna La Paila y las bahías Ascensión, Espíritu Santo y Chetumal, en especial con mayor aporte marino, pero en algunos casos también con aguas subterráneas.

Tomando en cuenta estas consideraciones se pudo definir que la poligonal del Área Contractual Barcodón no comparte superficie con ninguna laguna costera, sin embargo aproximadamente 5 Km al Este se localiza la laguna de san Andrés la cual está catalogada como una Laguna Costera según el criterio antes expuesto. (Figura 8.1.3.2-16).



**Figura 8.1.3.2-16.-** La laguna de San Andrés es la laguna costera más cercana a la poligonal (en rojo) del Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.3.2.5.8 Manglares

En 2005 la CONABIO inició diversas acciones para conocer con mayor precisión la distribución de los manglares en México, usando datos de sensores remotos como línea base para conformar el componente espacial del sistema de monitoreo de este ecosistema.

Para este fin, se retomaron las regiones que los especialistas en manglar de México propusieron para el estudio de este ecosistema, las cuales son: Pacífico Norte (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit), Pacífico Centro (Jalisco, Colima y Michoacán), Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco) y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo).

El mapa de distribución de manglares de México (2005), línea base, fue generado principalmente a través de 134 imágenes multiespectrales del satélite SPOT-5 (Satellite Pour l'Observation de la Terre), de las cuales el 83 % corresponde al período 2005 - 2006 y se utilizó la infraestructura informática desarrollada por la



CONABIO, datos disponibles en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), así como información de referencia generada previamente por el INEGI, la CONAFOR, la CONANP, el INE y estudios desarrollados por más de 70 especialistas en manglar de todo el país.

El principal resultado de este proceso fue la cartografía de los manglares de México, a una escala 1:50,000, que permitió cuantificar en total una superficie de 774,090 hectáreas de manglares en México para el año 2005. Esta información sirvió como la línea base para el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM) que se realiza en la CONABIO.

A partir de la línea base 2005 y con trabajos complementarios de percepción remota se han calculado las superficies de manglar para la década 1970-1980 y 2010. Así mismo, con estos datos se ha calculado la superficie de manglar que se encuentra bajo protección (Rodríguez-Zúñiga et al. 2012)

Utilizando la información mencionada anteriormente se logró comparar la posición de la poligonal y se verificó que **no existe ningún Manglar que interactúe con el Área Contractual Barcodón** la zona más cercana está a poco más de 4.7 Km al este (Figura 8.1.3.2- 17).

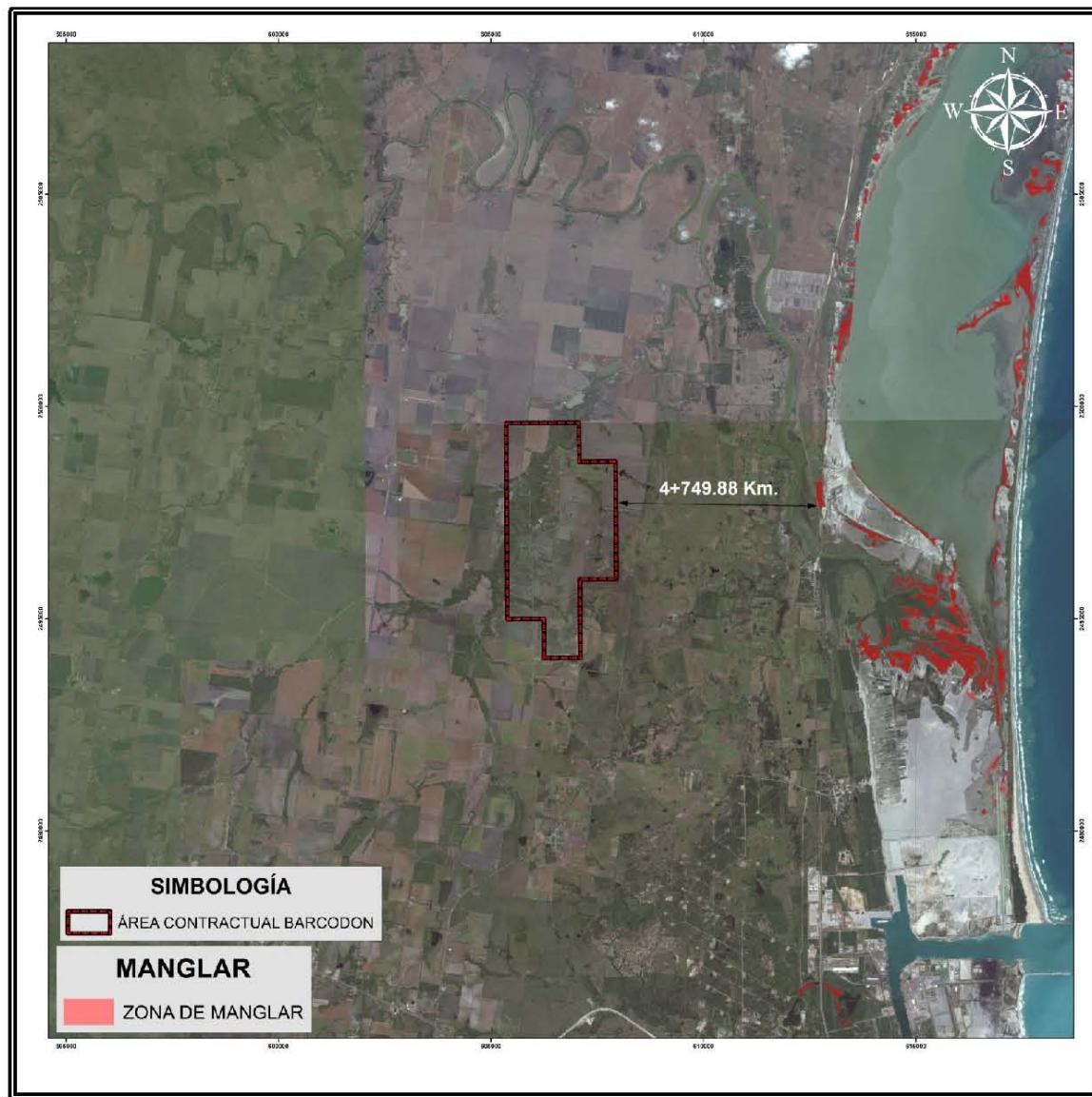


Figura 8.1.3.2- 17.- Manglar más cercano al Área Contractual Barcodón.



### 8.1.3.2.5.9 Rutas de migración mamíferos y aves

#### 8.1.3.2.5.9.1 Ruta migratoria de mamíferos

En el trabajo de Medellín, R.A., et al. 2009. Cuyo título es “Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas” que aparece en el Volumen II de “Capital natural de México, Estado de conservación y tendencias de cambio. Editado por la CONABIO se menciona que ..”Los murciélagos representan el segundo grupo más diverso de mamíferos y México es el quinto país con más especies en el mundo: 140 (Ceballos et al. 2002). Se han identificado por lo menos 29 especies de murciélagos mexicanos que son migratorias (cuadro 11.6). De estas especies, siete se consideran en riesgo de extinción. Cinco de ellas (*Leptonycteris curasoae*, *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis*, *Euderma maculatum* y *Lasionycteris noctivagans*) están incluidas en la legislación mexicana; las tres primeras como amenazadas y las dos últimas bajo protección especial (Semarnat 2002b). Asimismo, la UICN enlista *Leptonycteris curasoae* como amenazada, *Choeronycteris mexicana* en bajo riesgo y *Leptonycteris nivalis* como en peligro de extinción. También incluye otras dos especies de murciélagos migratorios: *Tadarida brasiliensis* y *Eumops underwoodi* como en riesgo bajo de extinción (Hilton-Taylor 2000).

**Tabla 8.1.3.2-6.-** Especies mexicanas de murciélagos migratorios, distribución, estado de conservación y tamaño típico de las colonias

Nombre científico	Nombre común	Distribución	UICN	NOM-059-SEMARNAT-2001	Se refugian en cuevas	Tamaño típico de las colonias
<i>Eudema maculatum</i>	Murciélagos pinto	EUA al centro de México		Protección especial	•	1-10
<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Murciélagos pelo plateado	EUA al noreste de México		Protección especial		1-10
<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrello del oeste americano	EUA al centro de México			•	1-10
<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélagos-mula de Allen	EUA al sur de México			•	Decenas
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélagos-cola peluda a marillo	Texas a Argentina				1-10
<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélagos-cola peluda norteño	EUA a Centroamérica				1-10
<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélagos-cola peluda de La Laguna	EUA al centro de México				1-10
<i>Promops centralis</i>	Murciélagos-mastín mayor	México a Argentina				1-10
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélagos-hocicudo de Curazao	EUA al norte de Sudamérica	Vulnerable	Amenazado	•	Miles
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélagos trompudo	Sur de EUA a Guatemala	Riesgo bajo	Amenazado	•	1-10
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélagos-hocicudo mayor	Sur de EUA a Guatemala	En peligro	Amenazado	•	Cientos
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélagos-cola suelta brasileño	EUA a Chile y Argentina	Riesgo bajo		•	Cientos de miles
<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélagos-con bonete de Underwood	EUA a Centroamérica	Riesgo bajo			Decenas
<i>Myotis thysanodes</i>	Miotis bordado	Canadá a México			•	Cientos
<i>Myotis volans</i>	Miotis pata larga	Alaska al centro de México			•	Cientos
<i>Myotis velifer</i>	Miotis mexicano	EUA a Centroamérica			•	Cientos de miles
<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélagos-cola suelta de bolsa	EUA a México			•	Decenas
<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélagos-cola suelta mayor	EUA a Sudamérica			•	Decenas
<i>Momoops megalophylla</i>	Murciélagos-barba arrugada norteño	EUA al norte de Sudamérica			•	Miles
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélagos-moreno norteamericano	Canadá al norte de Sudamérica			•	Miles
<i>Myotis californicus</i>	Miotis californiano	Alaska a Guatemala			•	Miles
<i>Myotis ciliolabrum</i>	Miotis cara negra	Canadá al centro de México			•	Miles
<i>Myotis lucifugus</i>	Miotis norteamericano	Alaska al centro de México			•	Miles
<i>Myotis yumanensis</i>	Miotis de Yuma	Canadá al centro de México			•	Miles
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélagos-cola peluda de Blossevillii	Canadá a Chile y Argentina				1-10
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélagos-cola peluda rojizo	Canadá al norte de México				1-10
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélagos-cola peluda canoso	EUA a Chile y Argentina				1-10
<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélagos-con bonete de Wagner	México a Argentina				Decenas
<i>Eumops perotis</i>	Murciélagos-con bonete mayor	EUA a Argentina				Decenas

Fuente: Tuttle et. Al. (2000)

*La migración de murciélagos en latitudes templadas no siempre es un desplazamiento para alejarse de las temperaturas frías del norte hacia localidades sureñas más cálidas. A menudo es un viaje de corta distancia en cualquier dirección que lleva a un sitio conveniente de hibernación (tales como una cueva ó una mina). Solo cuatro de las 18 especies de murciélagos que habitan en zonas templadas parecen realizar migraciones de larga distancia, entre Canadá, EE. UU. y México: el murciélagos cola peluda rojizo, el murciélagos cola peluda de blossevillii, el murciélagos cola peluda canoso y el murciélagos plateado. Otras 10 de las 18 especies tienen territorios que se extienden por los tres países, pero si bien esos murciélagos cruzan fronteras internacionales, no se sabe si vuelan los largos tramos entre Canadá y México.”.*

Las especies migratorias como la de los Murciélagos enfrentan retos particulares para su conservación. Esto implica a muchos sectores sociales y diversos intereses. La gran diversidad de estas especies, su historia natural y ecología, así como sus rutas migratorias hacen que, en la mayoría de los casos, su conservación sea un asunto de coordinación internacional para proteger las zonas de hibernación y las de veraneo, y los corredores que las conectan. En la siguiente figura se muestra la riqueza de las especies de Murciélagos en Latinoamérica (Figura 8.1.3.2-18).



**Figura 8.1.3.2-18.-** Riqueza de Murciélagos en Latinoamérica (Bat Conservation International).

Además, hay especies que utilizan el territorio mexicano como corredor, otras que invernan en el país y algunas más que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur (Medellín, R.A., et al. 2009).



Los Murciélagos representan el segundo grupo más diverso de mamíferos y México cuenta con más de 140 especies (Ceballos et al. 2002). Aun cuando los murciélagos muestran un aparente éxito demográfico que parece más evidente al entrar a una cueva con miles o cientos de miles de ellos, este grupo de animales se encuentra entre los más frágiles y cuyos números han declinado más estrepitosamente en las últimas décadas (Hutson et al. 2001). Además, enfrentan la amenaza de la destrucción de sus cuevas como resultado de vandalismo, ignorancia o intentos mal conducidos de control de murciélagos vampiro.

Una de las mayores rutas migratorias con el mayor número de migrantes está localizada en Texas, Sonora y Nuevo León. Se ha reportado que en la Cueva La Boca ubicada en Santiago, Nuevo León, funge como espacios de albergue y reproducción en el verano para estos mamíferos (Wiederholt, R., et al, 2013). Por lo que se convierte en una localización clave para el desarrollo de la población.

A continuación se presentan las rutas migratorias (figura 8.1.3.2-19) según el modelo planteado por Ruscena Wiederholt, et al (2013) en el trabajo “Moving across the border: modeling migratory bat populations” en donde se establece que se empleó un nuevo enfoque de modelado para la migración de los murciélagos, modelado de red, para simular rutas migratorias entre hábitat de invierno en el sur de México y el hábitat de reproducción de verano en el norte de México y el suroeste de Estados Unidos.



**Figura 8.1.3.2- 19.-** Ruta Migratoria y de anidaderos en México y Estados Unidos (Wiederholt, R., L. Lopez-Hoffman, J. Cline, R. A. Medelli'n, P. Cryan, A. Russell, G. McCracken, J. Diffendorfer, and D. Semmens. 2013. Moving across the border: modeling migratory bat populations. Ecosphere 4(9):114.)

#### 8.1.3.2.5.9.2 Rutas migratorias de aves



De manera simplificada podemos decir que hay cuatro tipos generales de especies migratorias en México.

1. Residentes de invierno.

Son especies que se reproducen al norte del continente (desde Alaska y Canadá hasta el norte de México) y pasan el invierno en nuestro territorio, algunas llegan a Centroamérica, son unas 202 especies como el chipe mejilla dorada que se reproducen una pequeña parte de Texas, Estados Unidos, y pasa el invierno en las montañas de Chiapas, Guatemala y El Salvador.

2. Residentes de verano.

Son especies que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur; son unas 30 especies entre ellas el colibrí Lucifer que se considera en esta categoría aunque al migrar no sale de México. Se reproduce principalmente en las Sierras Madre Oriental y Occidental y pasa el invierno más al sur; en la Cuenca del Balsas.

3. Transeúntes o de paso.

Son unas 35 especies que se reproducen al norte del territorio mexicano, migran a través de él, e invernan en Centro y Sudamérica, como el playero pectoral que se reproduce en Alaska y norte de Canadá y pasa el invierno en Sudamérica.

4. Migratorias con poblaciones residentes.

Las poblaciones más norteñas de estas especies migran, pero existen poblaciones en México que no migran, son alrededor de 140 especies como el zambullidor orejudo que se reproduce en Canadá y Estados Unidos e inverna en México, pero hay poblaciones que están todo el año en Durango y parte de Zacatecas.

(<http://www.naturalista.mx/posts/3687-las-aves-migratorias-en-mexico>)

De manera general en Norte América se reconocen 4 rutas migratorias (Figura 8.1.3.2- 20):



- 1) La ruta del pacífico que reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por toda la costa oeste de Canadá y Estados Unidos y siguen su camino hacia el sur a través de la Costa del Pacífico en México.
- 2) La Ruta Central, esta congrega aves de las grandes praderas norteamericanas, pasa por México a través de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y por el Altiplano Central.
- 3) Las aves que migran por la ruta del Golfo o Mississippi provienen de las costas orientales de Canadá y Estados Unidos hasta llegar a Sudamérica.
- 4) La ruta del Atlántico se encuentra al este de la Ruta del Golfo, atraviesa en gran medida el océano Atlántico hasta llegar a Sudamérica.



Fuente: <http://gilligalloubird.com/the-north-american-bird-migration-flyways/>

**Figura 8.1.3.2-20.-** En la figura se indican las rutas migratorias de aves en América del Norte, se observa en rojo la ruta del pacífico, en Verde la ruta central, en azul la ruta del golfo y en negro la ruta del atlántico

La ruta central de migración de aves donde se encuentra el estado de Tamaulipas, tiene un registro de 380 especies de aves migratorias en toda la extensión del trayecto, es decir desde Canadá hasta Sudamérica.



## Bibliografía

Rodríguez-Zúñiga M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule A. D., Márquez-Mendoza J. D., Vázquez-Balderas B., Valderrama-Landeros L., Velázquez-Salazar S., Uribe-Martínez A., Acosta-Velázquez J., Díaz-Gallegos J., Cruz-López M. I. y Ressl R. 2012. Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2<sup>a</sup> y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GQ004. México, D.F.

Medellín, R.A., et al. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 459-515.

Wiederholt, R., L. Lo'pez-Hoffman, J. Cline, R. A. Medelli'n, P. Cryan, A. Russell, G. McCracken, J. Diffendorfer, and D. Semmens. 2013. Moving across the border: modeling migratory bat populations. *Ecosphere* 4(9):114.

<http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00023.1>

Lara-Lara, J.R., et al. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 109-134.

Gullison, R.E.; Hardner, J.; Anstee, S.; Meyer, M. : Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad. Preparado para el Grupo de Trabajo sobre Biodiversidad de Instituciones Financieras Multilaterales y la Iniciativa Intersectorial sobre Biodiversidad (CSBI). Julio del 2015.

Lavín Murcio, P.A. 1998. An Ecological Analysis of The Herpetofauna of a Cloud Forest Community in. The El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, México. Texas A & M University. Ph.D. Tesis 110 pp.

Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de Mexico: Distribución y Endemismos. En T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps), Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución, pp. 251-278. Instituto de Biología, UNAM, México.



Conant R; J.T. Collins. 1998. Reptiles and Amphibians. Estern/Central North America. Peterson Field Guides. Houghton Mifflin Co. 616 pp.

Contreras A.; Banda, A; Cruz N; Salinas C; Campos F. y Labougle . 2002. Estudio técnico Justificativo para proponer la Laguna Madre de Tamaulipas como Área Natural Protegida. Pronatura Noreste, A.C. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.231pp.

César Cantú, Martín González & Ernesto Enkerlin. 2004. Las Áreas Naturales Protegidas una Esperanza a la Conservación. En: La Gran Provincia Biótica Tamaulipecana. Gobierno del Estado de Tamaulipas & Asociación Sierra Madre. 267-282

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

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 470 p.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 470 p.

Informe Final Definir áreas con potencial para el establecimiento de corredores biológicos priorizando la conectividad de ecosistemas con buenas condiciones de cobertura vegetal. Elaboración: Jorge Carranza Sánchez y Karla Argelia Oceguera Salazar ([http://proyectomixteca.org.mx/wp-content/uploads/2015/11/19\\_Corredores\\_Biol\\_PGEFMixteca.pdf](http://proyectomixteca.org.mx/wp-content/uploads/2015/11/19_Corredores_Biol_PGEFMixteca.pdf))



Programa regional de desarrollo costero en el estado de Tamaulipas. Gobierno de Tamaulipas

Escalante, Tania; Espinosa, David; Morrone, Juan J. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), núm. 87, 2002, pp. 47-65 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.



#### 8.1.4 Paisaje

En el proceso de evaluación de impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una primera fotografía panorámica del estado en el que se encuentra el sistema, previo al desarrollo del proyecto evaluado.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. La importancia que tiene este parámetro en la evaluación de Impacto Ambiental es de primer orden, toda vez que en él se integran los diversos factores y componentes del ambiente.

El paisaje corresponde a la heterogeneidad de un área geográfica compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que incluye todos los factores y componentes ambientales, incorporando las actividades antropogénicas como un elemento transformador del conjunto (Zonneveld 1988 en Sebastián *et al.*, 1998).

La evaluación del paisaje se sintetiza en las interacciones de los elementos que componen y caracterizan el sistema tales como: subsistema natural (abiótico y biótico), socioeconómico (humano) y productivo, Cervantes y Alfaro (1998). De acuerdo a lo anterior el paisaje, es un bien, que puede ser aprovechado del mismo modo que cualquier otro recurso y cualquier decisión que se realice sobre el territorio o que tenga incidencia en el espacio territorial, es parte del paisaje (Aramburu *et al.*, 2001).

##### 8.1.4.1 Metodología

Se analizó el paisaje del Área Contractual Barcodón, como una característica, que resume los atributos del medio y su estatus actual incluyendo los efectos derivados de la actividad antropogénica.

Considerando los criterios geoecológicos y de relieve, con el fin de definir la Calidad Visual Vulnerable, en el sistema como un indicador. Se analizaron los resultados del estudio del medio abiótico y biótico.



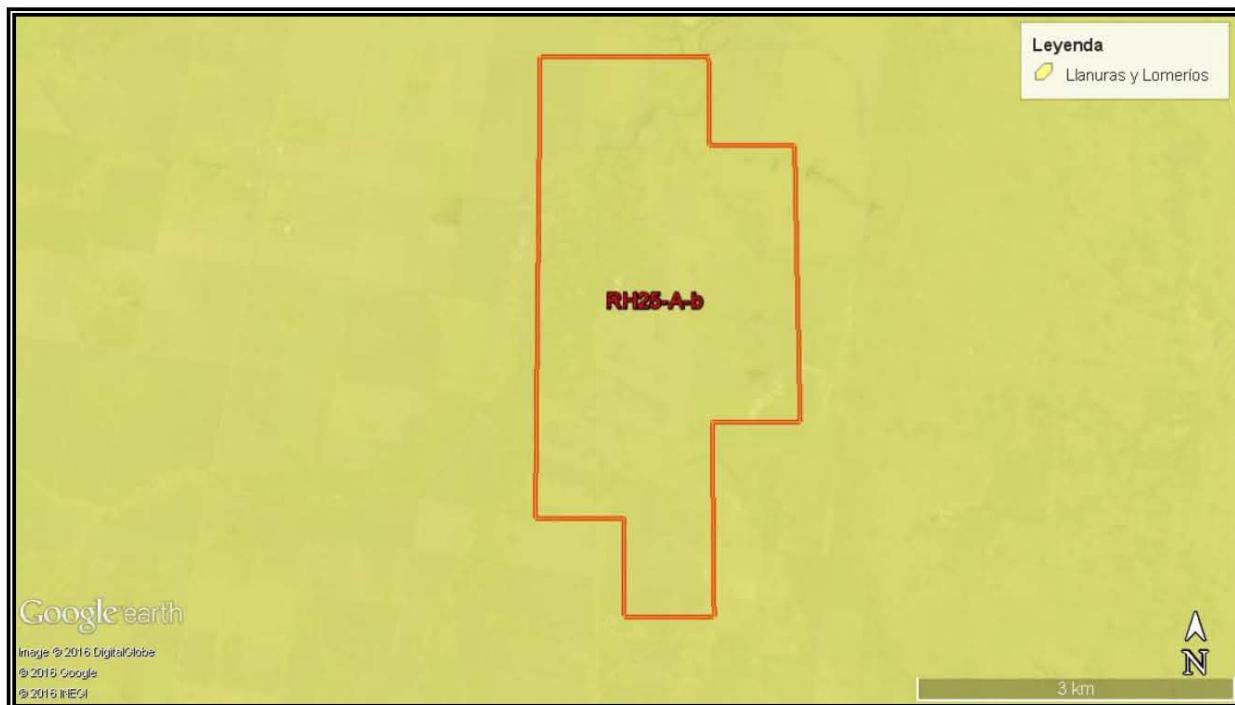
Se dividió el área de estudio en unidades paisajísticas de acuerdo a un criterio fisiográfico, de cobertura vegetal y de uso de suelo.

El análisis del paisaje puede seguir diferentes métodos, pero para este estudio conviene delimitar la cuenca visual, ésta, se define como la superficie visible desde un punto o conjunto de puntos. La percepción del paisaje es mayoritariamente visual, por eso para estudiar el impacto sobre una zona natural determinada, hay que definir:

- i. Calidad visual (CV)
- ii. Fragilidad visual (FV)
- iii. Visibilidad (V).

#### 8.1.4.1.1 Descripción del Paisaje en el Sistema Ambiental Delimitado

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SAD) se consideraron los aspectos del Medio Físico, Biótico, Perceptual y Socio-Económico que se presentan en el Área Contractual Barcodón, tomando como base los impactos potenciales que presentan este tipo de proyectos, donde las actividades y acciones propias de las etapas de construcción, operación y abandono, refieren que los factores ambientales más comunes son las afectaciones al Paisaje.



**Figura 8.1.4-1.-** Localización y fisiografía del Área Contractual Barcodón.

El Área Contractual Barcodón se localiza en el municipio de Altamira, estado de Tamaulipas. Este polígono abarca una superficie de 2620.67 Ha, donde su mayor parte presenta una topografía plana que se ubica dentro de una altitud promedio de 30 metros sobre el nivel del mar.

La principal vía de comunicación dentro de este polígono corresponde a la Carretera Federal México 80 Tampico-Cd Madero, así como varias Líneas de Distribución de Energía Eléctrica, Gas, y Comunicaciones.

En la zona Conurbada Tampico-Madero-Altamira y Norte de Veracruz, se encuentra gran parte de la cuenca baja del Río Pánuco y del Tamesí en la que dominan Llanuras Aluviales y Salinas inundables y con lagunas permanentes como la de Champayán, Tortuga, Chairel, Pueblo Viejo, existen también algunas llanuras no inundables asociadas con lomeríos.



La zona en general es una planicie costera inclinada hacia el este, en la que destacan, en su porción norte y central, pendientes y suaves lomeríos al oriente y fuertes al occidente, en el sur se observan planicies aluviales y lacustres y, a lo largo de la costa, existen numerosas barras, lagunas marginales y desarrollo de dunas costeras.

La Subprovincia de Llanuras y Lomeríos se encuentra cubriendo la parte del municipio de Altamira que no cubre la de Llanura Costera Tamaulipecana. Ésta se caracteriza por estar formada por sedimentos antiguos arcillosos y arenosos, de edades que decrecen hacia la costa (mesozoica y terciaria). Aunque presenta afloramientos de rocas basálticas de morfología de mesetas, esta Subprovincia se caracteriza por presentar extensas llanuras interrumpidas por lomeríos.

La RH 25 San Fernando-Soto La Marina se distribuye en las inmediaciones del poblado Manuel, hacia su Porción suroeste y sur. En el Área Contractual Barcodón está integrada por la cuenca L. de San Andrés-L. Morales, subcuenca río Barberena. Sobresale el arroyo La Colmena. No se cuentan con registros hidrométricos para esta región hidrológica. De igual forma, la importancia de la alta densidad de drenaje superficial existente se ha realizado una serie de controles hidráulicos sobresaliendo el Dique el Caudillo y Santa Elisa, principalmente.

El municipio de Altamira se encuentra ubicado en la Cuenca Tampico-Misantla en la cual se desarrolla una considerable secuencia de sedimentos marinos arenoso-arcillosos; ésta cuenca se encuentra limitada al Norte, por la Sierra de Tamaulipas; al Oriente, por la Sierra Madre Oriental y la Antefosa de Chicontepec; y al Sur, por el Macizo de Teziutlán. En la cuenca los depósitos terciarios ocurrieron en el marco de una regresión general hacia el Este, que fue dejando sucesivas bandas de afloramientos paralelos a la actual línea de costa.

Las actividades plutónicas y volcánicas en la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo fueron muy incipientes durante el Cenozoico y sólo se reconocen aislados plutones emplazados a la secuencia Mesozoica y algunos derrames de los dominios de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico así como, la Provincia Alcalina del Oriente de México.



Particularmente el municipio Altamira, donde se ubica el Área Contractual Barcodón. De acuerdo con la regionalización fisiográfica, la costa tamaulipecana se incluye dentro de las subprovincias de la Llanuras y Lomeríos, está integrada por depósito aluvial, lacustre, eólicos y de litoral, compuestos por arcillas, limos y arenas finas. Se distribuye principalmente en la porción Nororiental del Estado y a lo largo de la línea de la costa.

El suelo del municipio de Altamira predomínante es Vertisol, resultan ser suelos casi siempre muy fértiles, de origen aluvial, de textura arcillosa, masiva o pesada que originan grietas anchas, y profundas en la época de sequía, son de colores negros y grises, de susceptibilidad baja a la erosión y se encuentran en regiones semiáridas. Otros suelos son Feozem, Regosol, y Solonchak.

El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano del subtipo de humedad media y baja. La temperatura media máxima es de 27.6 °C, la media mínima de 17.8 °C y la media anual de 23.5°C. La precipitación tiene un rango de entre 900 -1100 mm.

En el sistema ambiental, la temporada de lluvias por lo general se presenta de mayo a octubre, con algunas precipitaciones esporádicas y raras en el resto del año. Durante los meses de junio a agosto se presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial. Entre los rangos de precipitación media anual tenemos, el régimen pluviométrico se encuentra entre los 1000 - 1200 mm.

El Municipio de Altamira posee un Bosque tropical caducifolio con comunidades secundarias derivadas del aprovechamiento humano, dicha vegetación es característica del clima cálido sub-húmedo y suelos bien drenados que se presentan en esta región.

La vegetación predominante corresponde a Selva baja caducifolia en su mayor parte, áreas de vegetación secundaria así como pastizales inducidos para actividades agrícolas en una pequeña parte se encuentra el encinar, en los cuerpos de agua tular y manglar. La vegetación del Área Contractual Barcodón presenta: Selva Baja Caducifolia, (SBC) y Agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF).

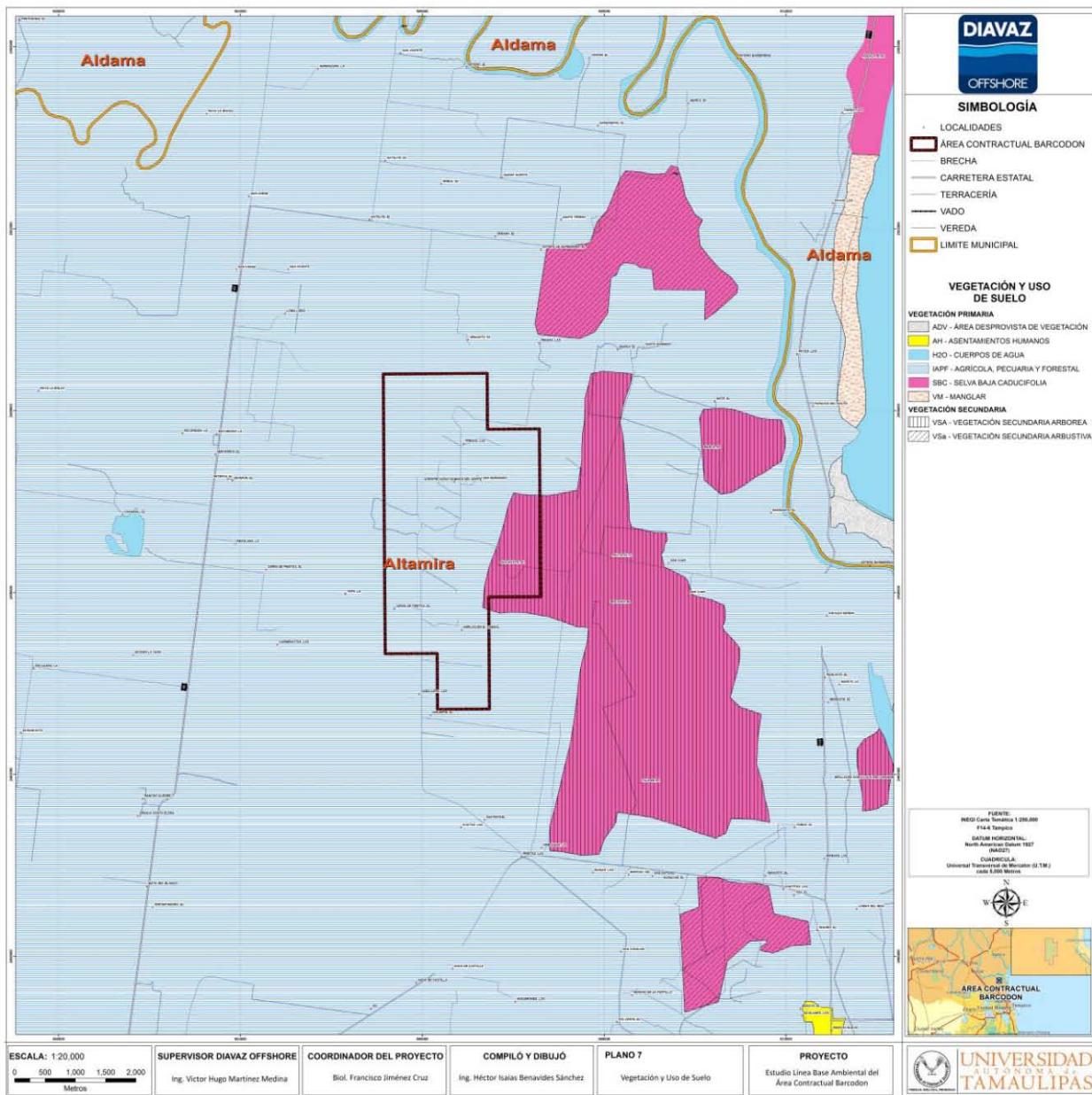


#### 8.1.4.1.2 Calidad visual del paisaje

Por calidad del paisaje, como valor intrínseco del mismo, podemos entender el conjunto de características, visuales y emocionales, que califican su belleza. Blanco en 1979, entendida por calidad de un paisaje *el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, “su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”*.

La calidad visual del paisaje se ha evaluado a partir de la definición previa de las unidades de paisaje que forman parte del proyecto del Área Contractual Barcodón, considerando ésta como porciones de la superficie de la vegetación y uso de suelo relativamente homogéneas en sus condiciones ambientales o en sus componentes paisajísticos (Pablo, 1993).

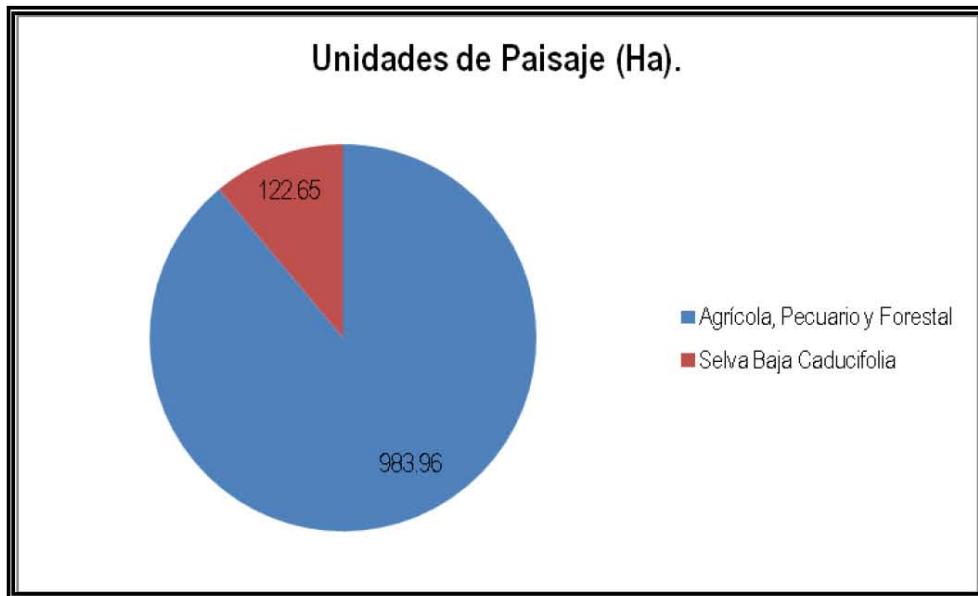
Para establecer las unidades de paisaje (subcuenca visual o unidad visual), se hizo a partir de la elaboración de un mapa de subcuencas hidrográficas sobre los mapas topográficos y vegetación y uso de suelo a escala 1:250,000 y la posterior subdivisión de las mismas (Figura 8.1.4-2 y Tabla 8.1.4-1).



**Figura 8.1.4-2.- Unidades de Paisaje del Área Contractual Barcodón.**

**Tabla 8.1.4-1.-** Unidades de Paisaje de la subcuenca del Área Contractual Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Tipo de vegetación	Superficie (Ha)	%	Curvas de nivel (Min. – Máx.)	
24 San Fernando-Soto La Marina	A Río Soto la Marina	b Río Barberena	Agrícola-Pecuaria-Forestal, (IAPF)	983.96	88.92	10	30
			Selva Baja Caducifolia, (SBC)	122.65	11.08		
TOTAL				1106.61	100.00		

**Gráfica 8.1.4-1.-** Unidades de paisaje del Área Contractual Barcodón.

Para evaluar la calidad visual se consideraron las siguientes variables: *Fisiografía, vegetación, presencia de cuerpos de agua y grado de humanización*. Las dos primeras, por su carácter extensivo, ocupando todo el territorio, nos permiten establecer un valor de calidad, que añaden (en el caso de la presencia de láminas de agua) o restan (según el grado de humanización) calidad al paisaje.

Para la subcuenca, se obtuvo la superficie y sus porcentajes por tipo de vegetación y uso del suelo (Gráfica 8.1.4-1), con el fin de obtener la originalidad de la vegetación de la subcuenca del proyecto del Área Contractual Barcodón.

De acuerdo a la (Tabla 8.1.4-1-y Figura 8.1.4-3) se observa que la originalidad de la vegetación es Baja y se representa por su dominancia superficial en primer plano el Agrícola-Pecuaria y Forestal con una superficie de 983.96 Ha (88.92 %) y Selva Baja Caducifolia con superficie de 122.65 Ha (11.08 %).

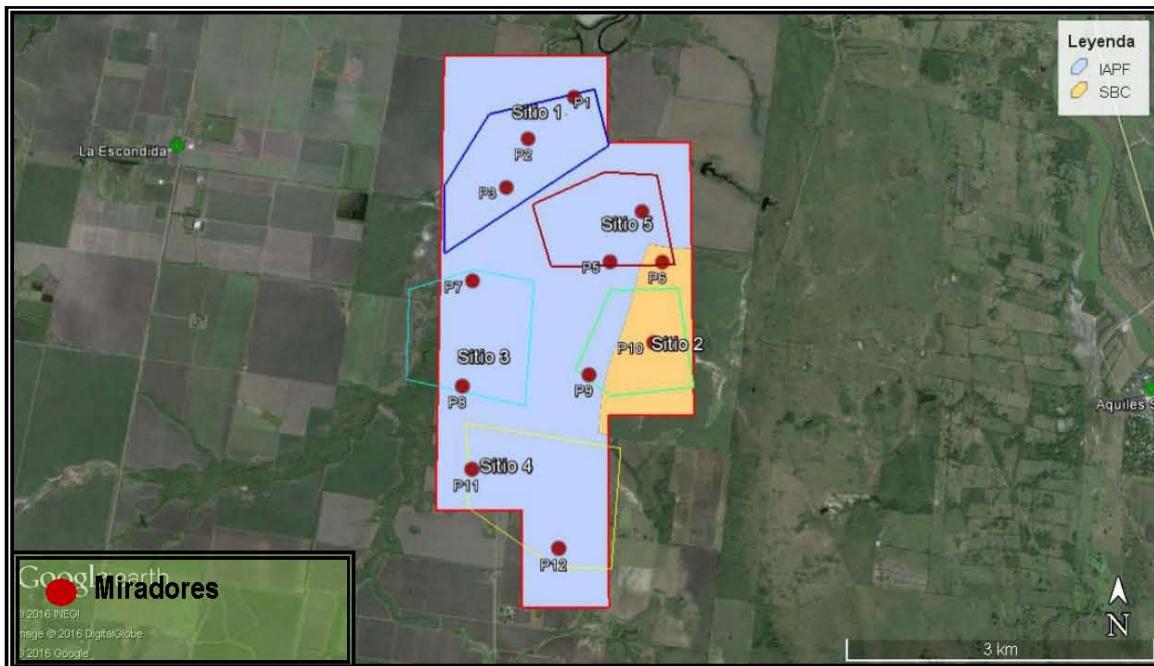


Figura 8.1.4-3.- Puntos de percepción de miradores del Área Contractual Barcodón.

Para este caso, se consideró analizar el Área Contractual Barcodón, para puntualizar sitios en el que el observador pueda percibir su entorno (Figura 8.1.4-3).

Los miradores que tienen mayor campo visual por el observador son los Puntos 1, 3, 4, 5, 7 y 8 debido a que la topografía del área es semiplano y no hay elementos que interrumpan tal visibilidad a una distancia

aproximada de 3 km; sin embargo presenta algunas partes con pendientes suaves y es menor la visibilidad por sus condiciones de topografía.

En cuanto a la percepción del observador ante los diferentes elementos (tipos de vegetación), las subcuenca tienen una menor calidad visual para el observador, debido a que presentan más del 85 % de superficie agropecuaria-pecuario-forestal.

Por otra parte, la subcuenca tiene una mayor apreciación por el observador, presenciando una superficie de vegetación original menor del (15 %) Selva Baja Caducifolia, y presencia de topografía con alto grado de complejidad, (Figura 8.1.4-4).

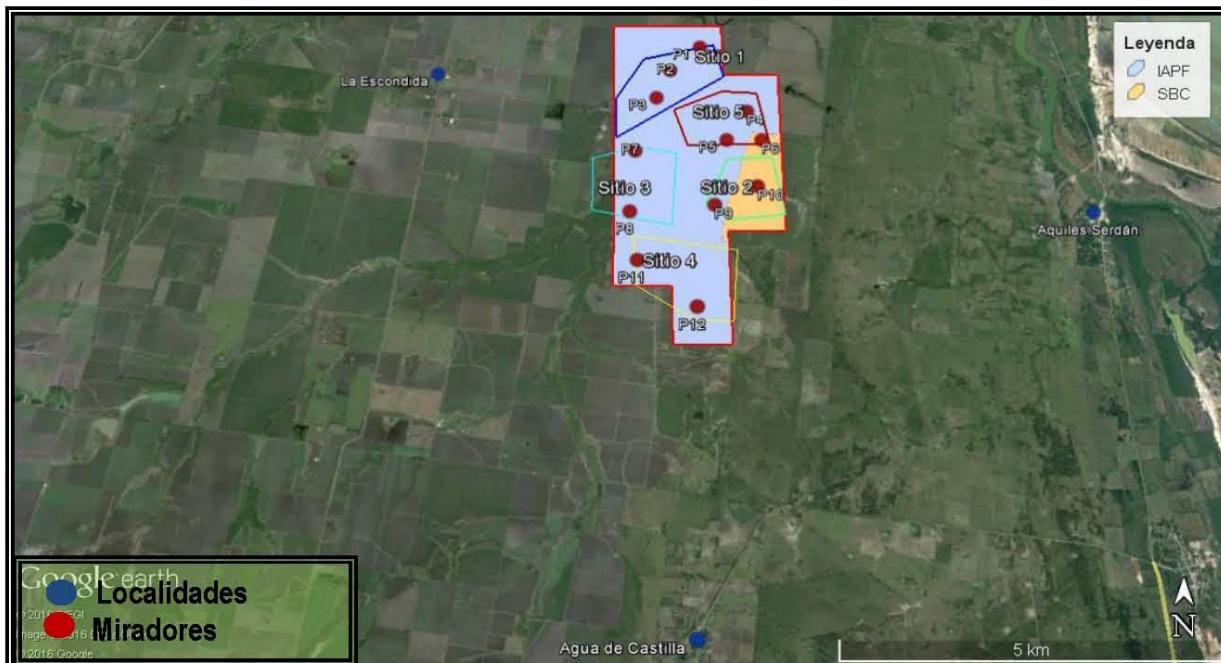


Figura 8.1.4-4.- Localidades del Área Contractual Barcodón.



#### 8.1.4.1.3 Fragilidad o Vulnerabilidad Visual del Paisaje

La fragilidad visual se define como la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, representa el grado de deterioro que el paisaje sufriría ante la incidencia de determinadas modificaciones. La calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad dependiendo de la actividad que se desarrolle. En el caso del Área Contractual Barcodón, los factores que se usan en la presente valoración de la fragilidad del paisaje son: *vegetación y uso del suelo, Topografía, cuenca visual (miradores), distancia a la red vial y núcleos de población.*

*Vegetación y uso de suelo.* La fragilidad de la vegetación es definida como la incapacidad de ésta, para ocultar la actividad que se realice en el territorio. Por ello, las formaciones vegetales de mayor altura, mayor complejidad de estratos y mayor grado de cubierta, se consideran de menor fragilidad.

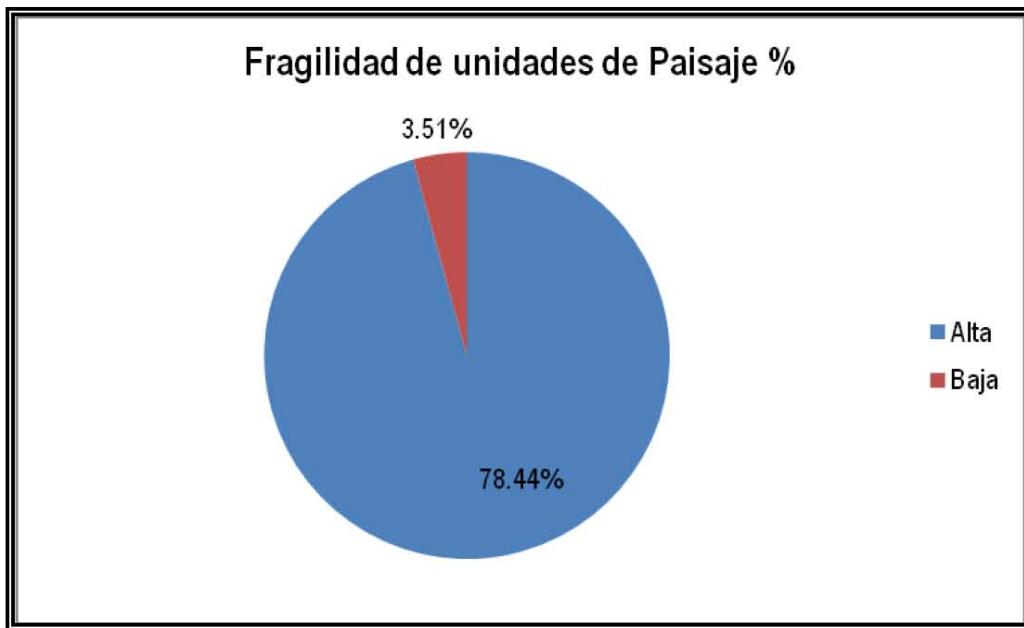
En función de estos criterios se ha realizado, una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo en 2 tipos como se muestra en la (Tabla 8.1.4-2).

**Tabla 8.1.4-2.-** Fragilidad por tipo de vegetación y uso de suelo de acuerdo del Área Contractual Barcodón.

Fragilidad	Tipo de vegetación y uso de suelo	Subcuenca	Superficie (Ha)	%
Alta	Agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF)	RH 25 A-b	983.96	88.92
Baja	Selva Baja Caducifolia (SBC)		122.65	11.08
Total			1106.61	100.00

De acuerdo a la información de la tabla anterior, la vegetación de Selva Baja Caducifolia, (11.08 %), es de menor o baja fragilidad representando 122.65 Ha, este tipo de vegetación presentan mayor altura, mayor número de estratos vegetales y mayor cobertura, ya que al realizarse algún cambio en el uso del suelo, ésta tiene la capacidad de ocultar cambios en el sistema.

Por otra parte, la Vegetación Agrícola-Pecuaria-Forestal (88.92%), son de alta fragilidad debido a que no tienen la capacidad de cubrir o disimular algún cambio en el sistema, siendo estas zonas abiertas que atraen la mayor atención hacia al observador, cubriendo una superficie de 983.96 Ha., (88.92%). (Gráfica 8.1.4-2).



Gráfica 8.1.4-2.- Fragilidad del tipo de vegetación del Área Contractual Barcodón.

*Fisiografía.* Contemplada como la posición topográfica ocupada dentro de la unidad de paisaje. Se han clasificado los tipos geomorfológicos descritos en el área de estudio con un criterio basado en la altitud. Se consideran de mayor fragilidad las serranías y de menor las planicies.



**Figura 8.1.4-5.-** Elevación del terreno del Área Contractual Barcodón.

**Tabla 8.1.4-3.-** Tabla de pendiente del terreno y su denominación.

Fase	Intervalo de inclinación Grados	Denominación de la Pendiente	Valor de la pendiente en %
I	0° - 1.5°	Llanura	0 – 3
II	1.5° - 7°	Ondulado	3 – 12
III	7° - 11°	Montañoso	12 – 20
IV	11° - 19°	Muy montañoso	20 – 35
V	19° y mas	Escarpado	35 y mas

Clasificación de la FAO (Food and Agriculture Organization, "Organización para la Alimentación y la Agricultura")



**Tabla 8.1.4-4.-** Tabla de pendiente de las localidades a miradores del Área Contractual Barcodón.

Puntos	MSNM $X_2$	MSNM $X_1$	Diferencia ( $X_2 - X_1$ )	Distancia (m) D	Pendiente (%) %P	Denominación
P1	27	5	22	418	5.26	Ondulado
P2	25	5	20	366	5.46	Ondulado
P3	22	5	17	345	4.93	Ondulado
P4	26	3	23	500	4.60	Ondulado
P5	27	3	24	490	4.90	Ondulado
P6	27	3	24	340	7.06	Ondulado
P7	26	8	18	384	4.69	Ondulado
P8	21	8	13	440	2.95	Llanura
P9	29	3	26	478	5.44	Ondulado
P10	31	3	28	500	5.60	Ondulado
P11	21	8	13	500	2.60	Llanura
P12	34	14	20	480	4.17	Ondulado

La Fragilidad visual queda definida de la siguiente manera, de acuerdo por (Martínez et al, 2003 y Montoya et al, 2003).

**Tabla 8.1.4-5.-** Fragilidad Visual.

Fragilidad	Porcentaje	Valor
Fragilidad Baja	0 - 20 %	1
Fragilidad Leve	20 - 40 %	2
Fragilidad Moderada	40 - 60 %	3
Fragilidad Fuerte	60 - 80 %	4
Fragilidad Severa -Alta	80 - 100 %	5

La (Tabla 8.1.4-4 y Figura 8.1.4-5) muestra los rangos de alturas en donde se presentan los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo, aun y presentándose rangos de elevación no muy variados, la fragilidad es baja-leve, debido a la gran extensión de áreas agropecuarias que conforman la subcuenca en las llanuras las cuales se percibe cualquier cambio que se realice para cualquier tipo de obra, sea temporal o permanente.

*La Subcuenca visual o miradores.* Se considera que a mayor extensión visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una unidad extensa podrá ser observada desde mayor número de puntos.

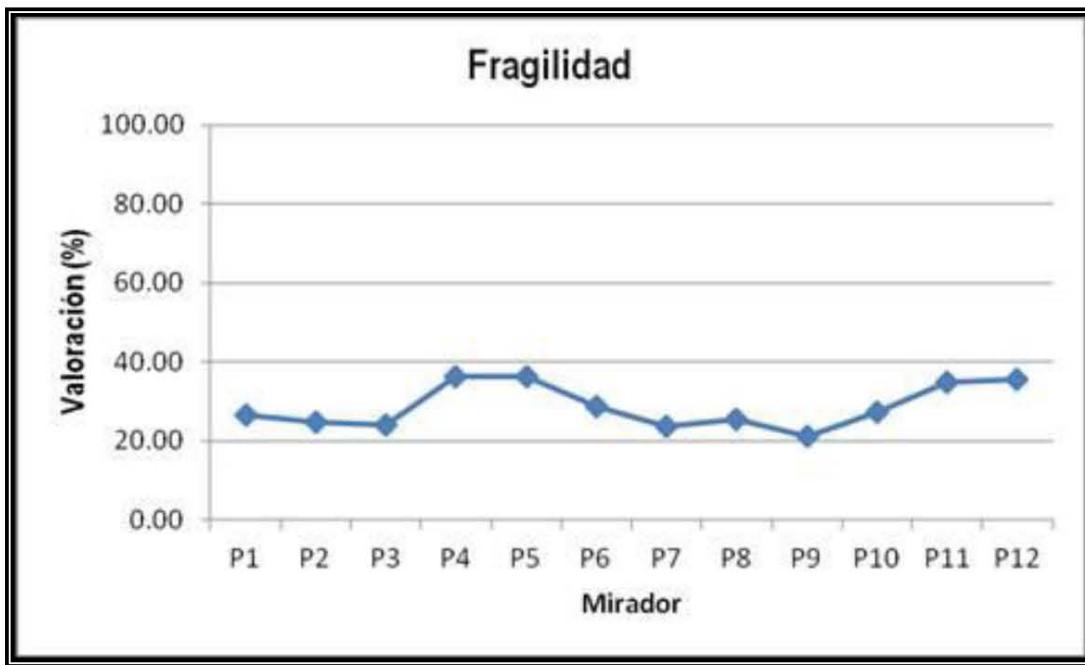


Figura 8.1.4-6.- Fragilidad del paisaje por tipo de vegetación y uso de suelo.

Posteriormente se combinan los resultados el grado de antropización a través de la siguiente forma distancia del mirador a localidad, habitantes, uso de suelo y vegetación y la pendiente del terreno, donde los números indican la nueva clase: Fragilidad baja: (1), Fragilidad leve: (2), Fragilidad moderada: (3), Fragilidad fuerte: (4) y Fragilidad severa-alta: (5).



Fragilidad Leve: Sectores que reúnen características específicas que permiten Ocultar y disminuir los efectos de las acciones en ellas desarrolladas (Sitio 2). Se encuentra entre 20% y 40% de fragilidad, lo que indica que el área se comporta medianamente susceptible al cambio y para el área Agrícola-Pecuario-Forestal fragilidad alta ya que o ocultan los cambios de las obras, (Sitio 1, 3, 4 y 5).

Se definió la subcuenca visual en función de donde hay mayor densidad poblacional, mayor tránsito vehicular y mayor percepción por el observador lo que indica mayor fragilidad. En la (Tabla 8.1.4-6) se presentan las coordenadas visuales.

**Tabla 8.1.4-6.-** Coordenadas visuales de miradores.

Sitio	Tipo de Vegetación (INEGI)	Mirador	Localidad	Puntos cercanos a la Red vial	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (msnm)
					X	Y	
S1	IAPF	P1	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	606723.00	2499155.00	6
		P2	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	606249.00	2498710.00	8
		P3	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	606032.00	2498199.00	6
S2	SBC	P9	A. Serdán	Carr. A. Serdán-Lomas de Real	606897.00	2496303.00	23
		P10	A. Serdán	Carr. A. Serdán-Lomas de Real	607549.00	2496628.00	20
S3	IAPF	P7	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	605703.00	2497238.00	8
		P8	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	605624.00	2496182.00	8
S4	IAPF	P11	Escondida	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	605738.00	2495369.00	16
		P12	Agua de Castilla	Carr. 80 Tampico-Cd Mante	606609.00	2494617.00	26
S5	IAPF	P4	A. Serdán	Carr. A. Serdán-Lomas de Real	607431.00	2497959.00	15
		P5	A. Serdán	Carr. A. Serdán-Lomas de Real	607104.00	2497441.00	18
		P6	A. Serdán	Carr. A. Serdán-Lomas de Real	607639.00	2497442.00	16

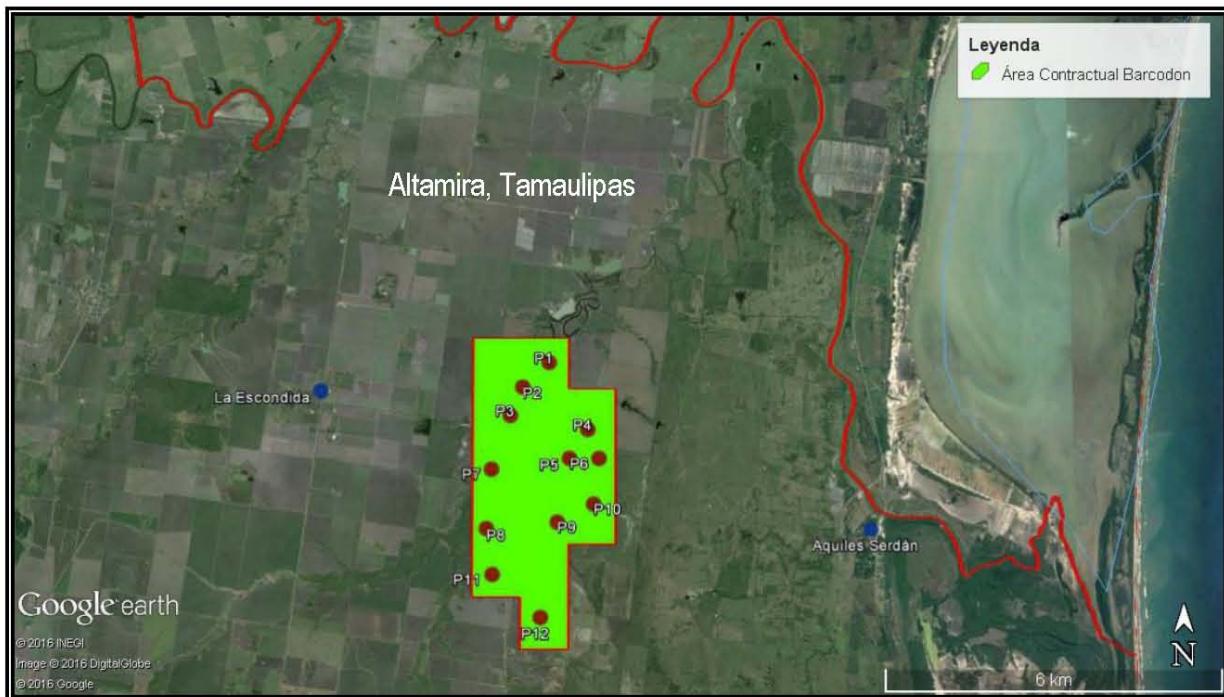


Figura 8.1.4-7.- Puntos viales o miradores, localidades y municipio.

#### *Distancia a red vial y núcleos habitados:*

Este factor se ha considerado para incluir la influencia de la distribución de los observadores potenciales en el territorio. Evidentemente el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evitar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función de la distancia a la red vial y núcleos urbanos. Los valores se han clasificado de acuerdo a la (Tabla 8.1.4-7 y Figura 8.1.4-7), que se presenta a continuación.

**Tabla 8.1.4-7.-** Distancias de núcleos habitados a miradores.

Sitio	Tipo de Vegetación (INEGI)	Mirador	Distancia (Km)	Localidad	Habitantes	Coordenadas UTM (WGS84)		Fragilidad
						X	Y	
S1	IAPF	P1	4.18	Escondida	100	606723.00	2499155.00	Alta
		P2	3.66	Escondida	100	606249.00	2498710.00	Alta
		P3	3.45	Escondida	100	606032.00	2498199.00	Alta
S2	SBC	P9	5.00	A. Serdán	795	606897.00	2496303.00	Baja
		P10	4.90	A. Serdán	795	607549.00	2496628.00	Baja
S3	IAPF	P7	3.40	Escondida	100	605703.00	2497238.00	Alta
		P8	3.84	Escondida	100	605624.00	2496182.00	Alta
S4	IAPF	P11	4.40	Escondida	100	605738.00	2495369.00	Alta
		P12	4.78	A. de Castilla	436	606609.00	2494617.00	Alta
S5	IAPF	P4	5.00	A. Serdán	795	607431.00	2497959.00	Alta
		P5	5.00	A. Serdán	795	607104.00	2497441.00	Alta
		P6	4.80	A. Serdán	795	607639.00	2497442.00	Alta
Total			52.41			---	----	----

#### 8.1.4.1.4 Visibilidad

La mayor parte de los estudios encaminados al análisis visual del paisaje conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación (Lovejoy, 1973). En este caso, se entiende por visibilidad aquellas zonas visibles desde los denominados “miradores” humanos (núcleos urbanos, carreteras, otras áreas frecuentadas por el hombre). Para este estudio, fundamentalmente de carácter metodológico, se han utilizado como puntos de observación y con una finalidad operativa los núcleos urbanos mayores de 100 habitantes.

Se realizó el análisis de la subcuenca visual o (miradores) para cada núcleo urbano. Se tomó como radio de acción máxima una distancia de 5 Km., entendiendo que a partir de esa distancia “los elementos visuales básicos se modifican, volviéndose los colores más pálidos y menos brillantes, debilitándose la intensidad de las líneas y perdiendo contraste la textura”. (Aramburu, et al., 1994).

Para la subcuenca visual, se superpuso las distancias al núcleo urbano de referencia, obteniendo una graduación de las zonas visibles en función de la distancia.



En función de las peculiaridades del Área Contractual Barcodón, pueden fijarse tres 3 rangos de distancias o alcance visual: corta, media y larga como se observa en la (Tabla 8.1.4-8).

**Tabla 8.1.4-8.-** Tabla de los valores de distancias visuales.

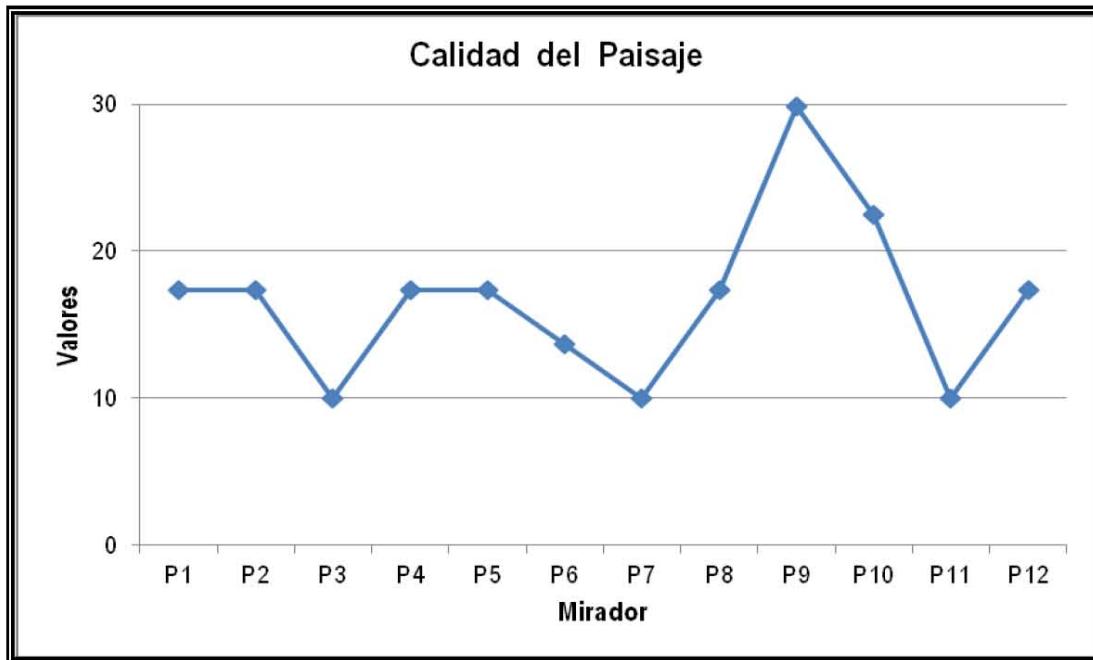
Clasificación	Rango de distancia en km	Valor	Descripción
Corta	0 – 1,0	1	Donde el observador tiene una participación directa y percibe todos los detalles inmediatos.
Media	1,0 – 3,0	2	Donde las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores.
Larga	3,0 – 5,0	3	Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles.

En la Tabla 8.1.4-9 se presentan las imágenes panorámicas obtenidas en campo y visualización de los puntos en el Google Earth, Uso de suelo y Vegetación del INEGI para la evaluación de los elementos de observación, localización y visibilidad, puntos referentes del Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.4.1.5 Resultados

Por último la calidad visual se obtiene al combinar resultados con el valor de fragilidad y visibilidad de la unidad o subunidad, mediante el siguiente gráfica (Gráfica 8.1.4-3), donde los valores numéricos como valor final son: Baja (0 – 10), Media (10 – 20) y Alta (20 a 30).

La valoración de la Calidad paisajística permite conocer las condiciones del valor para la conservación del paisaje. La fragilidad visual del paisaje incorpora la posibilidad de la presencia de actividades humanas y condiciona ámbitos selectivos sometidos a restricciones.



Gráfica 8.1.4-3.- Resultados de la calidad del paisaje del Área Contractual Barcodón.

#### 8.1.4.1.6 Conclusión

La *calidad visual del paisaje* del Área Contractual Barcodón antes y después es Media-Alta debido a que presenta un alto grado de modificación, que corresponde a paisajes que están transformados y solo muestran algunos de los componentes ambientales originales. En estos, las relaciones funcionales se han modificado y/o adaptado para lograr un fin determinado, en este caso el desarrollo agrícola-pecuario-forestal. Por lo tanto, los cambios que se presentarán en el área de estudio no repercuten en el ambiente.

En cuanto a la *fragilidad visual del paisaje* es considerada Moderada-Fuerte, ya que el sistema no tiene la capacidad de disimular cualquier cambio que se generen en el entorno.



Tabla 8.1.4-9.- Fotografías panorámicas de los sitios.

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
1	X: 606723.00, Y: 2499155.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
2	X: 606249.00, Y: 2498710.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura



Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
3	X: 606032.00, Y: 2498199.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Corta



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura



Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
4	X: 607431.00, Y: 2497959.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
5	X: 607104.00, Y: 2497441.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga
Llanura			



Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
6	X: 607639.00, Y: 2497442.00	SBC– Selva Baja Caducifolia, (Vegetación secundaria).	Media



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
7	X: 605703.00, Y: 2497238.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal, (Vegetación secundaria).	Corta



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
8	X: 605624.00, Y: 2496182.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
9	X: 606897.00, Y: 2496303.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
10	X: 607549.00, Y: 2496628.00	SBC– Selva Baja Caducifolia.	Corta



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
11	X: 605738.00, Y: 2495369.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Corta



Continuación de la Tabla 8.1.4-9

Llanura			
Punto de control	Localización Coordenadas UTM WGS-84	Elemento	Visibilidad
12	X: 606609.00, Y: 2494617.00	IAPF – Agrícola Pecuaria-Forestal.	Larga



### **8.1.5 Patrimonio Arqueológico**

El patrimonio cultural en su más amplio sentido es a la vez un producto y un proceso que suministra a las sociedades un caudal de recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio. Es importante reconocer que abarca el patrimonio tangible e intangible.

**Patrimonio tangible:** es la expresión de las culturas a través de grandes realizaciones materiales. Este a su vez puede clasificarse en mueble e inmueble.

**Mueble:** Son los objetos arqueológicos, históricos, artísticos, etnográficos, tecnológicos, religiosos y aquellos de origen artesanal o folklórico que constituyen colecciones importantes para las ciencias, la historia del arte y la conservación de la diversidad cultural del país. Entre ellos, pueden ser: obras de arte, libros manuscritos, documentos, artefactos históricos, grabaciones, fotografías, películas, documentos audiovisuales, entre otros.

**Inmueble:** Son los lugares, sitios, edificaciones, obras de ingeniería, centros industriales, conjuntos arquitectónicos, zonas típicas y monumentos de interés o valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados como tales. Son obras o producciones humanas que no pueden ser trasladadas de un lugar a otro, ya sea porque son estructuras, o porque están en inseparable relación con el terreno.

**Patrimonio intangible:** es el conjunto de rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan una sociedad o grupo social, engloba los modos de vida, los derechos fundamentales del ser humano, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias. Está constituido, entre otros elementos, por la poesía, los ritos, los modos de vida, la medicina tradicional, la religiosidad popular, las diferentes lenguas, música, entre otros.



De acuerdo con la UNESCO son patrimonio cultural:

1. Sitios de patrimonio cultural.
2. Ciudades históricas.
3. Sitios sagrados naturales (sitios naturales con valor religioso para algunas culturas).
4. Paisajes culturales.
5. Patrimonio cultural subacuático.
6. Museos.
7. Patrimonio cultural móvil (pinturas, esculturas, grabados, entre otros).
8. Artesanías.
9. Patrimonio documental y digital.
10. Patrimonio cinematográfico.
11. Tradiciones orales.
12. Idiomas.
13. Eventos festivos.
14. Ritos y creencias.
15. Música y canciones.
16. Artes escénicas (danzas, representaciones).
17. Medicina tradicional.
18. Literatura.
19. Tradiciones culinarias.
20. Deportes y juegos tradicionales.

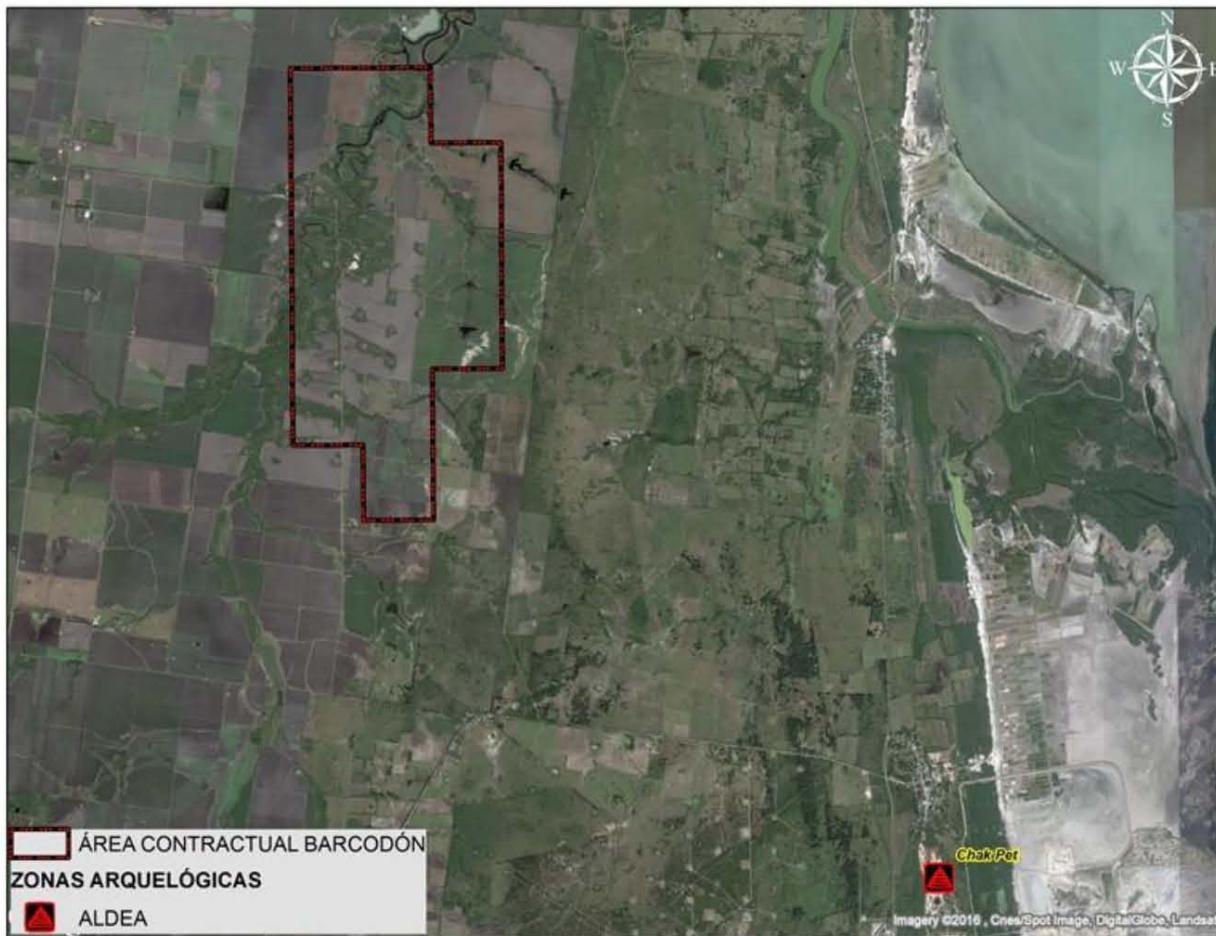
En el Área Contractual Barcodón, a la inspección superficial no se observan recursos que puedan representar un patrimonio cultural; sin embargo, aproximadamente 7,67 kilómetros hacia el sureste del área (Figura 8.1.5-1), el Centro INAH Tamaulipas realizó, entre 2006 y 2014, el rescate a una pequeña aldea prehispánica, llamada Chak Pet, que en lengua huasteca significa Tortuga Roja.



Esta aldea se ubicó sobre una loma distante cuatro kilómetros de la costa en el municipio de Altamira, Tamaulipas. Se desarrolló entre los años 600 a.C. y 200 d.C. y aunque no sobreviven edificaciones, ha guardado por más de 2,500 años extraordinarias figurillas, objetos ornamentales e instrumentos musicales producidos con barro, piedra y concha ocultos en el subsuelo (Fotografía 8.1.5-1). Estos objetos, además de poseer una gran calidad estética, nos revelan información valiosa sobre la forma de vida aldeana de los huastecos en esos tiempos y forman parte del patrimonio arqueológico tamaulipeco.



**Fotografía 8.1.5-1.-** Piezas Rescatadas en la aldea Chak Pet..



**Figura 8.1.5-1.-** Ubicación del sitio de rescate de la aldea Chak Pet en relación al Área Contractual Barcodón.



## 8.2 Análisis e interpretación de resultados

La evaluación de los resultados se considerará como el diagnóstico ambiental, el cual tiene como objetivo conocer el estado actual que guarda (la calidad del ambiente) en el área contractual Barcodón, es decir; cómo ha afectado las actividades humanas incluidas las petroleras que actualmente operan en dicha área de proyecto.

Dichas tendencias de cambio del sistema se determinaron a través de los indicadores ambientales, los cuales derivaron de la información arrojada por cada componente ambiental; los resultados se encuentran descritos en los apartados específicos de cada tema.

### 8.2.1 Caracterización del Contexto Regional

Como se mencionó en la guía de línea base ambiental, el contexto regional se acotó únicamente a la información bibliográfica disponible que sustente la caracterización ambiental general donde se ubica el área contractual Barcodón. Para ello se recurrió a la información disponible de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad del Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020 y del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, aplicando solo las Unidades de Gestión Ambiental UGAS en que se involucra el área contractual. Cabe señalar, que legalmente los ordenamientos ecológicos del territorio ya no inciden sobre el desarrollo de proyectos del sector hidrocarburos, por eso solo se hace referencia para utilizar la información de caracterización ambiental ahí detallada.

De este análisis se obtuvo que la poligonal del Área Contractual Barcodón se ubica en la Región Hidrológica número 25 (RH25), San Fernando-Soto La Marina, en la cuenca Laguna de San Andrés-Morales (A), subcuenca Río Barberena (b). En la Tabla 8.2-1 se detallan las características de la Región Hidrológica (RH 25), como se muestra en la Figura 8.2-1, Figura 8.2-2 se presenta la poligonal del Proyecto Temporal y cuencas hidrológicas.



La acotación o delimitación de un área de contexto regional donde está insertada el área contractual Barcodón, a través de las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, aplicando solo las Unidades de Gestión Ambiental UGAS y de la caracterización del sistema ambiental descrita en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional Proyecto Regional Tempoal 2007 – 2020, donde ambos están íntimamente ligados ya que comparten información general a nivel regional. En ese sentido, se partirá de este contexto regional, para la caracterización local o puntual del área contractual Barcodón.

Tabla 8.2-1.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Tempoal y Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Altamira	Barcodón	Porcentaje %
			Superficie en km <sup>2</sup>		
RH-25 San Fernando – Soto la Marina	A L. DE SAN ANDR S - L. MORALES	a	259.70	---	15.64
		b R. Barberena	636.38	11.066	38.32
		c	41.97	----	2.53
RH-26 Panuco	B R. Tamesí	a R. Tamesí	722.47	----	43.51
Total			1660.53	11.066	1000

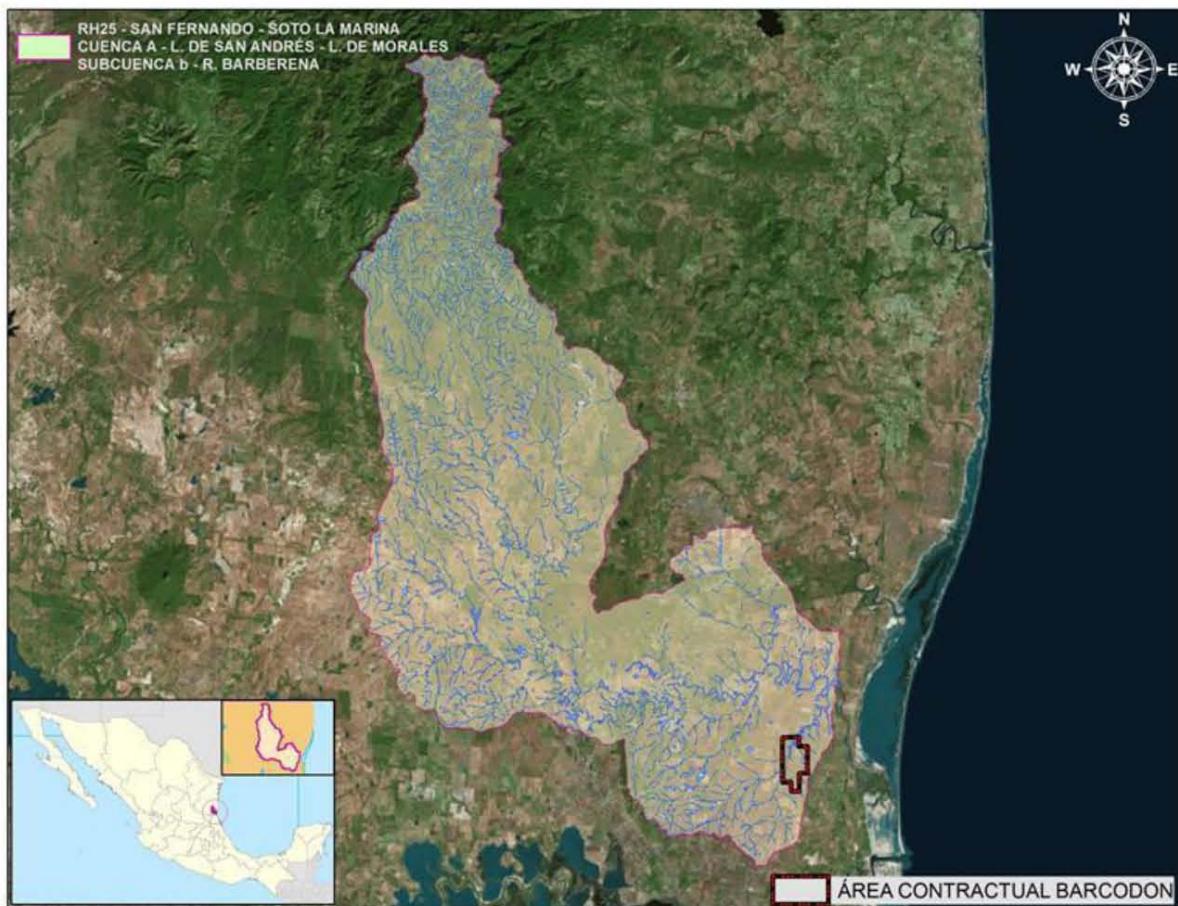
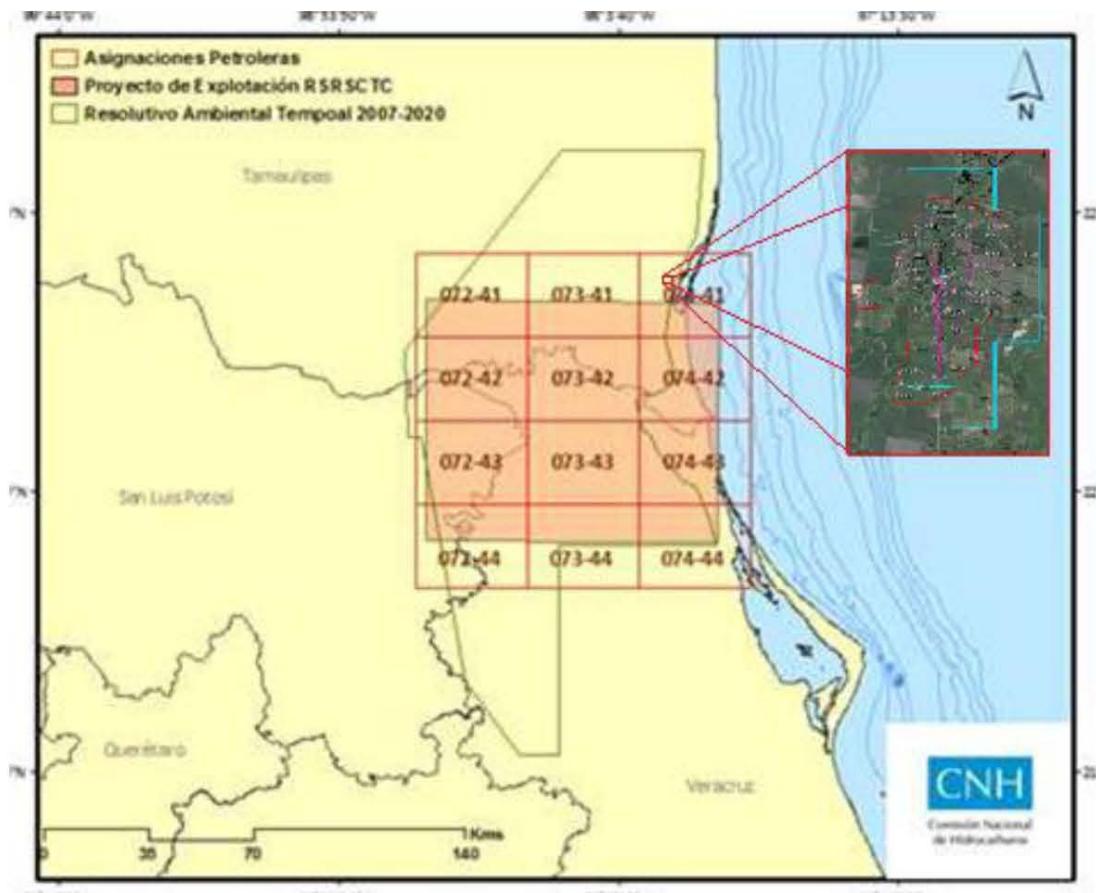


Figura 8.2-1.- Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.



**Figura 8.2-2.-** Imagen que muestra el polígono del proyecto Regional Temporal y el área contractual Barcodón.

La caracterización del contexto regional y local donde se ubica el área contractual Barcodón es la primera etapa que señala la teoría del manejo integral de una cuenca tipo (Cruz Bello, 2003), el cual se presenta en la siguiente Tabla 8.2-2.



**Tabla 8.2-2.- Ciclo del manejo integral de cuenca para el proyecto.**

Etapas del Manejo Integral de Cuencas		
Cuenca / proyecto	Etapas	Pasos a seguir
Región hidrológica	Caracterización	Metas y objetivos: Delimitación del límite económico del proyecto en la Cuenca.
		Caracterización ambiental: Realización de trabajos de campo y gabinete de los componentes ambientales suelo, vegetación, clima, aire, biodiversidad, hidrología, geología y socioeconómico.
		Factibilidad: En función de los indicadores ambientales
	Soluciones	Estrategias y alternativas: Análisis de los Programas de saneamiento propuestos, conforme a los resultados obtenidos en el diagnóstico y su aplicación conforme a la zonificación del decreto del parque urbano.
		Propuestas de medidas de prevención y mitigación: Diseño de medidas por componente ambiental y etapa de desarrollo, que deriven de los programas que resulten de las estrategias y alternativas
	Resultados	Aplicación de los programas: Resultados de éxito Programa de monitoreo: Seguimiento de cumplimiento y/o ajustes de programas.

Posteriormente se elaboró un listado de factores y atributos ambientales (Tabla 8.2-3), a partir de la información que se generó en la caracterización correspondiente al área de estudio y de la elaboración de mapas de identificación de componentes ambientales, también se realizaron consultas bibliográficas, este listado, fue analizado por el grupo de trabajo a fin de contar con un listado completo, sin ser excesivo.

**Tabla 8.2-3.-** Listado de componentes e indicadores ambientales en el área contractual Barcodón.

Sistema ambiental área contractual Barcodón	Subsistema	Factor	Indicadores
(Natural) Biótico y Abiótico	Atmósfera (aire)	Calidad del aire ( $\text{NO}_x$ )	
		Partículas suspendidas	
		Nivel de ruido	
	Geología y geomorfología	Relieve	
		Geoformas	
		Recursos pétreos	
	Suelo	Uso del suelo	
		Grado de erosión	
		Propiedades químicas	
		Propiedades físicas	
	Hidrología superficial	Calidad del agua	
		Patrón de drenaje	
		Disponibilidad del agua	
		Coeficiente de escorrentamiento	
	Hidrología subterránea	Calidad del agua	
	Vegetación	Cobertura	
		Abundancia	
		Riqueza de especies	
		Especies de lento crecimiento	
		Especies bajo protección	
	Fauna	Riqueza de especies	
		Abundancia y desplazamiento	
		Especies bajo protección	
	Paisaje	Calidad visual	

La definición del estado que guardan los factores analizados se efectuó a través de indicadores seleccionados de entre los atributos, estos indicadores se evaluaron mediante juicio de expertos (grupo técnico de evaluación), estimaciones, mediciones en campo y de información documental disponible.

Se obtuvo como resultado un listado de factores y atributos ambientales con la clasificación de indicadores que describen para el área contractual Barcodón. La Tabla 8.2-4, muestra los factores que comprenden el sistema y los indicadores seleccionados a través de los cuales será evaluado su estado.



**Tabla 8.2-4.-** Componentes ambientales que integran el área contractual Barcodón.

Componente	Indicador
Aire	Calidad del aire
Suelo	Pérdida de suelo
Aqua	Uso actual de suelo
Vegetación	Calidad del agua
	Naturalidad
	Riqueza de especies
Fauna	Especies protegidas
	Naturalidad
	Riqueza de especies
Paisaje	Especies protegidas
	Calidad visual

### 8.2.2 Definición conceptual de los indicadores:

Los indicadores ambientales para ser aplicables, deben de contar una serie de consideraciones que permitan conocer *a priori* el estado actual de un sistema ambiental, así como conocer las características principales de un proyecto y la interacción que se da entre ambos aspectos. Una manera sencilla de comprender estas interacciones, es a través del modelo conceptual denominado PER “Presión – Estado – Respuesta”, propuesto por la OCDE en 1996, este esquema está basado en la relación causa – efecto, es decir; las relaciones de acción y respuesta entre el proyecto y el medio ambiente, de este modo se desarrollaron los indicadores ambientales de presión, estado y respuesta.

Los indicadores ambientales deben ser estadísticas o parámetros que proporcionen información y/o tendencias de cambio sobre las condiciones ambientales y su significado debe ir más allá de la estadística misma, pretendiendo proveer información que permita tener una medida de la efectividad de las medidas aplicadas para un proyecto. Estos indicadores se presentan usualmente en forma de tablas, gráficas complementados con textos, cartas temáticas, entre otros. Los indicadores ambientales tienen como valor principal proporcionar a los tomadores de decisiones y al público en general una herramienta mediante la cual se presente información concisa y sustentada científicamente, de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente (SEMARNAP, 1997).



En la Tabla 8.2-5 se presentan las características principales del modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), del cual será una de las herramientas metodológicas que sustentan la búsqueda del conjunto de indicadores que reflejan la tendencia de cambio de un sistema ambiental por las actividades del proyecto y que análogamente coincide con los criterios de evaluación del impacto ambiental (EIA), donde su tendencia va más hacia las cuestiones técnicas-científicas y el modelo PER hacia la evaluación del desempeño ambiental que resultan del primero.

**Tabla 8.2-5.-** Se presentan las características del modelo “PER” Estado – Presión - Respuesta.

Modelo de presión estado respuesta		
Esquema	Concepto	Indicadores
Presión	Impactos ambientales generados por las actividades productivas.	Existe dos tipos de indicadores de presión: <b>a)</b> Presiones directas sobre el ambiente (impactos ambientales a cualquier componente ambiental).( <b>mitigación</b> ) <b>b)</b> El tipo de actividad productiva, como se hace y de que etapas consta, de éste deriva el pronóstico y las acciones a implementar. ( <b>prevención</b> )
Estado	Situación actual y tendencias de cambio del los sistemas ambientales.	Calidad Ambiental, cantidad y estado de los recursos naturales (concentraciones, superficies, etc.), de estos indicadores surgen las políticas de protección ambiental ( <b>medidas de prevención y mitigación</b> ).
Respuesta	Acciones realizadas o que se pretenden llevar a cabo para la atención de la problemática ambiental.	Resultados de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación sobre los agentes de presión, a través de un programa de monitoreo, (conjunto de indicadores que permitan hacer un análisis global).

Metodología fue desarrollada en función de una serie de temas o problemas ambientales generados por las actividades productivas como el ejemplo que se muestra en la Tabla 8.2-6, a los cuales se les buscó los indicadores ambientales adecuados, en función de un conjunto de indicadores “ideales” o generales y a partir de estos hacer un modelo de la dinámica de cada problema o tema. Cabe señalar, que los temas e indicadores derivaron de la propuesta que hizo la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE), del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), así como de las áreas técnicas del Instituto Nacional de Ecología (INE).



**Tabla 8.2-6.-** Temas seleccionados con sus indicadores ambientales a medir.

Temas	Indicadores de desempeño ambiental	
Aire	Estado	Calidad del aire
	Presión	Emisiones a la atmósfera
	Respuesta	Grado de cumplimiento de los instrumentos normativos, monitoreo, normas voluntarias.
Residuos peligrosos	Estado	Estimación y manejo de residuos peligrosos
	Presión	Generación de residuos peligrosos
	Respuesta	Monitoreo de la Infraestructura y manejo
Residuos sólidos municipales	Estado	Residuos generados vs residuos manejados adecuadamente.
	Presión	Generación de residuos sólidos municipales a nivel regional y nacional
	Respuesta	Capacidad instalada para el manejo, tratamiento y reciclado de residuos.
Vida silvestre	Estado	Cobertura por tipo de vegetación (superficie), uso del suelo, riqueza biológica.
	Presión	Cambios en el uso del suelo, fragmentación del hábitat, las prácticas ilegales o no reguladas, así como la introducción de especies exóticas.
	Respuesta	Programas de monitoreo para comprobar la aplicación de los instrumentos normativos, programas de restauración, conservación etc.
Cambio climático	Estado	Variación de la temperatura global y Concentraciones de gases invernadero a nivel global.
	Presión	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Respuesta	Estudios sobre la vulnerabilidad de México ante el cambio climático global que se reflejan en la desertificación y sequía de los ecosistemas.

El valor de un indicador está basado y limitado por la calidad de los datos que lo sustentan, por tal motivo fue necesario establecer criterios para asegurar que la información base tenga la confiabilidad requerida. Los criterios para la selección de indicadores varían de acuerdo a la institución o propósitos. La OCDE, en particular, establece los lineamientos presentados en la Tabla 8.2-7 (Bakkes, J.A., 1994 en SEMARNAP, 1997).

**Tabla 8.2-7.-** Criterios que se deberán considerar en la selección de indicadores.

Criterios para la selección de indicadores	
Un indicador debe:	Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas.
	Ser sencillo y fácil de interpretar y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo.
	Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas.
	Proporcionar una base para las comparaciones internacionales.
	Aplicable a escala Nacional o Regional, según sea el caso.
	Debe existir un valor con el cual puede ser comparado.
Criterios técnicos:	Debe estar teórica y científicamente bien fundamentado.
	Debe basarse en consensos internacionales.
	Debe ser capaz de relacionarse con modelo económico, de pronóstico.



Criterios para la selección de indicadores	
Los datos necesarios para evaluar los indicadores se caracterizan por:	Deben estar disponible con una "razonable" relación costo/beneficio.
	Deben estar bien documentados y se debe conocer su calidad.
	Deben ser actualizados a intervalos regulares.

El listado de criterios antes señalados no es limitativo, es decir; se pueden enriquecer agregando o eliminando sin que los resultados se vuelvan sesgados a lo que se quiere medir, es decir; sin perder el objetivo de lo que se quiere medir o hacer relevante en el proyecto.

Con base en este marco teórico se sustenta técnicamente la utilización de un indicador ambiental el cual engloba un conjunto de resultados técnicos y científicos, que se traduce en los indicadores ambientales. Desde este punto de vista, es importante mencionar que la información técnica científica está plasmada en el capítulo del presente documento, referente a los componentes ambientales que conforman el sistema de la región donde se pretende llevar a cabo el proyecto, siendo el aire, el suelo, la hidrología, la biodiversidad, el social y el paisaje. Los resultados de la interacción de dichos componentes, se denominaron como el estado base (Tabla 8.2-4), estos resultados se consideraron como criterios ecológicos que sustentan en gran parte la toma de decisiones.

La definición del estado que guardan los factores analizados se efectuó a través de indicadores seleccionados de entre los atributos, estos indicadores se evaluaron mediante juicio de expertos (grupo técnico de evaluación), estimaciones, mediciones en campo y de información documental disponible.

Se obtuvo como resultado un listado de factores y atributos ambientales con la clasificación de indicadores que describen el contexto local o del área contractual Barcodón. En la Tabla 8.2-8, muestra los factores que comprenden el sistema y los indicadores seleccionados a través de los cuales se evaluó su estado.



**Tabla 8.2-8.-** Componentes ambientales que componen el sistema ambiental y sus indicadores de estado.

Área de evaluación	Componente	Indicador
Área Contractual Barcodón	Aire	Calidad del aire
	Suelo	Pérdida de suelo
		Uso actual del suelo
	Aqua	Calidad del agua
	Vegetación	Naturalidad
		Riqueza de especies
		Especies protegidas
	Fauna	Naturalidad
		Riqueza de especies
		Especies introducidas
		Especies protegidas
	Paisaje	Calidad visual

En la Tabla 8.2-9 se describen los indicadores que se usarán en el diagnóstico por su relevancia en el contexto regional y local, que se considerará su calidad actual como el escenario base.

**Tabla 8.2-9.-** Indicadores ambientales considerados para el diagnóstico en el área contractual Barcodón.

INDICADORES	DESCRIPCIÓN
Calidad del aire	Fuente fija de emisiones de NOx Verificar el los límites máximos permisibles de la NOM aplicable
Uso actual del suelo	La proporción de la superficie que está cubierta por la vegetación natural
Calidad del agua	Aguas superficiales de abrevaderos y de pozos o Norias
Naturalidad	Número de especies nativas y propias del sistema en relación con especies introducidas o secundarias
Riqueza de especies	Número de especies encontradas durante el muestreo de campo
Especies protegidas	Número de especies protegidas reportadas o localizadas, Verificar la NOM aplicable en este rubro.
Calidad visual	Grado de fragmentación del hábitat, determinado por la proporción de usos de suelo destinado a área urbana, agrícola, industria y vías de comunicación; en relación con el total de la superficie.



Una vez establecidos los indicadores se verificaron en campo la presencia y estatus de éstos.

Se identificaron aquellos factores y atributos relevantes o críticos para el funcionamiento del área contractual, conforme a los resultados de caracterización ambiental.

### **8.2.3 Estructura del contexto ambiental Regional y Local**

Definir la estructura del contexto regional y local, es el resultado del análisis de los datos generados por la caracterización realizada para la zona, a partir de ello se describieron:

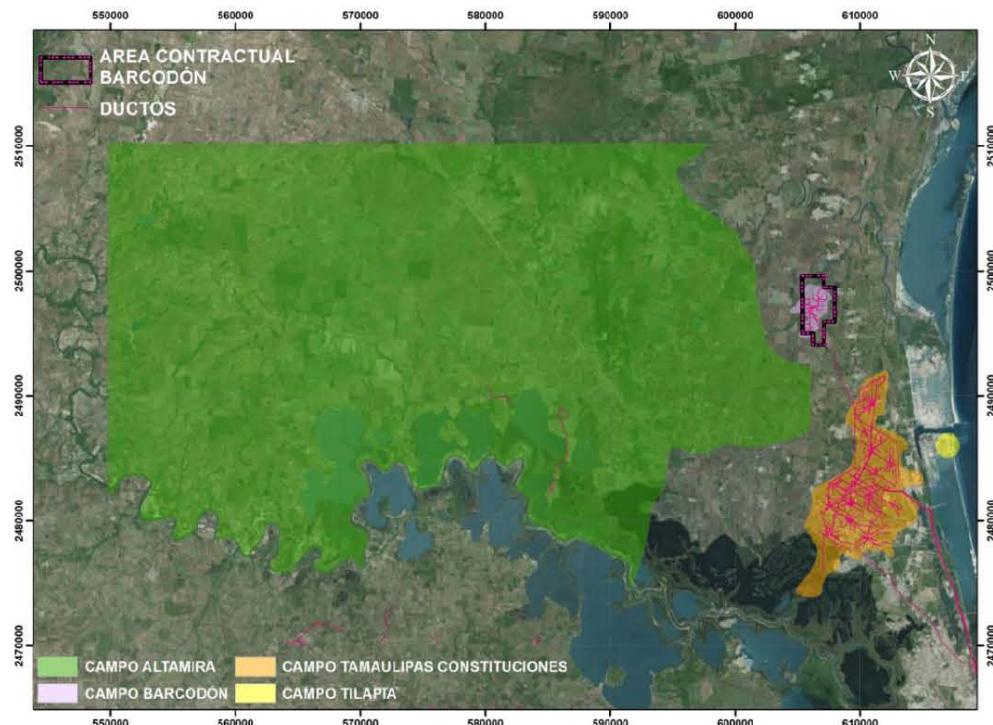
1. Comportamiento de los procesos de deterioro ambiental natural de la zona.
2. Estatus de conservación.

Posteriormente se realizó una valoración semicuantitativa del estado de los factores a través de indicadores seleccionados, los cuales fueron evaluados, por metodologías como: análisis de especialistas (grupo técnico de evaluación), estimación de índices, mediciones realizadas en campo y de información documental disponible.

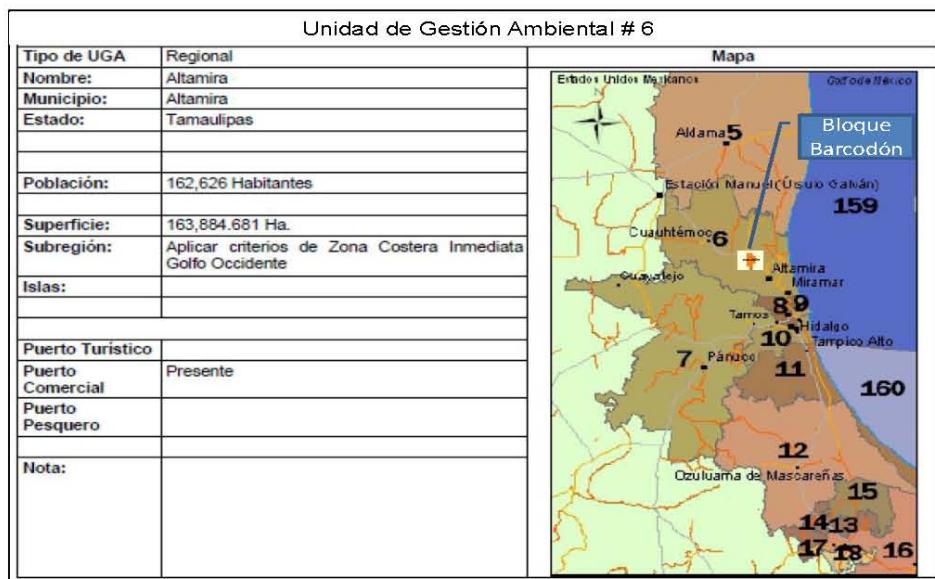
Con base en los indicadores de estado seleccionados y presentados en la Tabla 8.2-9 y los resultados arrojados en la caracterización ambiental se tomaron como el escenario base previo a la realización de nuevas obras del sector hidrocarburos, en el área contractual Barcodón, como se muestra en la Figura 8.2-2 y Tabla 8.2-10.

En las Figuras 8.2-2 y 8.2-3, se presenta una imagen del contexto regional, que involucra la unidad de gestión ambiental número 6 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y de los campos de desarrollo petroleros adyacentes al área contractual Barcodón, siendo estos Altamira, Tamaulipas constituciones y Tilapia, donde se puede observar el flujo de energía y las interacciones

de los componentes ambientales involucrados, con las actividades socioeconómicas más importantes identificadas tales como son la agrícola, ganadera e industrial del sector hidrocarburos.



**Figura 8.2-2.-** Campos de desarrollo e infraestructura de producción cercanos al Área Contractual Barcodón.



**Figura 8.2-3.-** Unidad de Gestión Ambiental 6 del municipio de Altamira.



Tabla 8.2-10.- Indicadores ambientales del estado base en área contractual Barcodón.

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Contexto Regional	POET	Otros sectores productivos		Contexto local u área contractual	Estado base			
					km <sup>2</sup>	UGAS	Petrolero	Agropecuario	Uso del suelo km <sup>2</sup>	Factores	Indicador
RH-25 San Fernando – Soto la Marina RH-26 Panuco	A L. DE SAN ANDR S - L. MORALES B R. Tamesí	b R. Barberena	Proyecto Regional Temporal 2007 – 2020	UGA 6	Campos de desarrollo: Altamira, Tamaulipas constituciones y Tilapia	Ganadería, agricultura y forestal	IAPF, SBCr	Atmósfera	Calidad del aire	6,4 µ/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> 263,98 µg/m <sup>3</sup> CO 11,36 µg/m <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> 32,1 µ/m <sup>3</sup> , PM10 Muy bueno	0.11 – 0.33 No relevante
									Pérdida de suelo	6.75 ton/ha/año, bajo	0.11-0.33 No relevante
									Uso actual del suelo	Agrícola pecuario, forestal y petrolero	
								Hidrología (superficial y subterránea)	Calidad del agua	DBO5 ≤ 3 mg/l (2,00 mg/l) Excelente (SST ≤ 25 mg/L) Excelente (25 < SST ≤ 75) Acceptable 7 a 46 mg/l 93 000 NMP/100 ml No Apta	0.06 - 0.33 No relevante



Continuación Tabla 8.2-10

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Contexto Regional	POET	Otros sectores productivos		Contexto local u área contractual	Estado base					
					km <sup>2</sup>	UGAS	Petrolero	Agropecuario	Uso del suelo km <sup>2</sup>	Factores	Indicador	Valor	Índice de incidencia
										Vegetación	Naturalidad	95 %	0.06 – 0.28 No relevante
											Riqueza	62 especies	
											Especies protegidas	0 especies	
											Sensibilidad	Baja	
										Fauna	Naturalidad	100 %	0.22 - 0.61 No relevante – Moderadamente relevante
											Riqueza	83 especies	
											Especies protegidas	10 especies	
										Paisaje	Calidad visual	Baja	0.22 No relevante
										Instalaciones (pozos, líneas e estación)	Nivel de afectación	Alto	0.61 Moderadamente relevante
											Daños preexistentes	10.72 Ha (1%)	
			Total		1660.53 km <sup>2</sup>			11.066					

Tabla 8.3-4.- Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de pozos, líneas de descarga, gasoductos y estaciones de recolección.

MATRIZ CAUSA-EFECTO		Operación y Mantenimiento																					
		Pozos (exploratorios y de desarrollo)				Sistema de Conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.)				Infraestructura de producción (estaciones de recolección y compresión)													
Factor	Atributo	Uso de vehículos, maquinaria, transporte de equipo y materiales	Inspección y vigilancia (árbol de válvulas, caminos de acceso)	Mantenimiento (árbol de válvulas, caminos de acceso)	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos peligrosos	Generación de aguas residuales	Transportación de gas, líquidos y asociados	Inspección y vigilancia (derecho de vía, válvulas, sistemas de conducción)	Mantenimiento (derecho de vía, válvulas, análisis de puentes de corrosión, limpieza con comida de diabolo, etc.)	Generación de residuos sólidos	Generación de aguas residuales	Substitución de tramo de ducto (excavación de zanja)	Uso de vehículos, maquinaria, transporte de equipo y materiales	Manejo de aguas congeladas	Inspección y vigilancia (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)	Mantenimiento (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos peligrosos	Generación de aguas residuales			
Atmósfera (aire)	Calidad del aire ( $\text{NO}_x$ )	A-1	A-2											A-3	A-4		A-5						
	Partículas suspendidas	A-6	A-7						A-8					A-9	A-10		A-11						
	Nivel de ruido	A-12	A-13											A-14	A-15		A-16						
Geología y Geomorfología	Relieve													G-17									
	Geoformas													G-18									
	Recursos pétreos																						
Suelo	Infiltración													S-19									
	Grado de erosión													S-20									
	Propiedades químicas		S-21	S-22	S-23				S-24	S-25	S-26			S-27			S-28	S-29	S-30				
	Daños preexistentes		S-31						S-32								S-33						
Hidrología superficial	Propiedades físicas													S-34									
	Calidad del agua		HSP-32	HSP-33	HSP-34				HSP-35	HSP-36	HSP-37			HSP-38			HSP-39	HSP-40	HSP-41				
	Patrón de drenaje								HSP-42					HSP-43									
	Disponibilidad del agua								HSP-44					HSP-45									
Hidrología subterránea	Coeficiente de escorrentamiento								HSP-46					HSP-47									
	Calidad del agua			HSB-48	HSB-49	HSB-50				HSB-51	HSB-52	HSB-53			HSB-54			HSB-55	HSB-56	HSB-57			
	Cobertura													V-58									
Vegetación	Abundancia													V-59									
	Riqueza de especies													V-60									
	Especies de lento crecimiento													V-61									
	Especies bajo protección																						
	Riqueza de especies																						
Fauna	Abundancia	F-62	F-63		F-64	F-65	F-66		F-67					F-68	F-69	F-70		F-71					
	Desplazamiento	F-72	F-73	F-74		F-75	F-76	F-77	F-78	F-79				F-80	F-81	F-82	F-83	F-84	F-85	F-86		F-87	F-88
	Especies bajo protección	F-89		F-90		F-91	F-92	F-93		F-94					F-95	F-96	F-97		F-98				
Paisaje	Calidad Visual																						

SÍMBOLOGÍA:	CLAVE DEL FACTOR	ATMÓSFERA	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	FAUNA	F
INTERACCIONES		GEOLÓGIA Y GEOMORFOLOGÍA	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	PASAJE	P
CLAVE DE INTERACCIÓN	1	SUELO	VEGETACIÓN	SOCIOECO-NÓMICOS	SE
		NO HAY INTERACCIONES			

Tabla 2.64. Matriz de Índice de Indicación.

Categoría	Indicador	Método
Residuos	Se evaluarán los residuos de la casa -residuos sólidos urbanos -residuos de la actividad -residuos de la agricultura	Mapa y GPS
Maderas y materiales de construcción	Se evaluarán los materiales de construcción -fábricas y taller de carpintería -almacenes de la industria de la madera	GPS y Mapa
Agroindustria	Se evaluarán las agroindustrias -almacenes y fábricas que procesan el maíz, el frijol y el maíz	Mapa y GPS

### 8.3 REGISTRO Y DESCRIPCION DE DAÑOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de política ambiental que tiene como finalidad diseñar las estrategias jurídicas para la regulación de las actividades productivas privadas o públicas sobre los sistemas ambientales terrestres y marinos, las cuales quedaron establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El cumplimiento de dichas figuras jurídicas, requieren del soporte teórico práctico donde la evaluación del impacto ambiental tiene como objetivo; identificar, evaluar y proponer medidas de prevención y/o regulación de los cambios que pueda sufrir un sistema ambiental particular en su estructura, composición y función (agua, suelo, biodiversidad, aire, social, entre los más importantes), por causas de tipo natural o antrópico (Primack *et al.*, 2001).

En la literatura especializada en evaluación del impacto ambiental Ramachandra, et. al., (2006); Garmendia, (2005); Espinoza (2007); Gómez Orea, (2003); Canter, (1999); Bojorquez, (1998); Conesa, (2010); Rau, (1980), entre otros, han proporcionado gran cantidad de información con respecto a métodos de identificación y evaluación del impacto ambiental de manera general o particular y ser aplicada en una actividad específica, no obstante ésta no es suficiente para decidir cual se ajusta más a las características de un país como México si tomamos en consideración sus valiosos atributos ambientales.

Es importante mencionar en este apartado, que la evaluación de daños ambientales es el resultado del desarrollo de obras antrópicas, que no fueron reguladas bajo un criterio técnico legal, por lo tanto; los efectos a los componentes ambientales se observará en el deterioro de su calidad la cual depende significativamente de la temporalidad de las obras. En el caso particular de las obras petroleras, la gran mayoría se realizaron bajo el cumplimiento de términos y condicionantes emitidos en la resolución del Proyecto Integral Cuenca de Burgos, por lo que se espera que no existan daños ambientales, en todo caso *impactos residuales* en el sistema ambiental del Área Contractual Barcodón.

Por otro lado, es de vital importancia señalar, la existencia de otras actividades primarias que están interaccionando en el área contractual, tal como la ganadería extensiva, la cual ha modificado significativa los ecosistemas observándose como un daño ambiental no atribuible al sector hidrocarburos.

Lo antes mencionado, se sustentó con los trabajos de campo realizados en el Área Contractual Barcodón, los cuales permitieron hacer precisiones acordes en la identificación, evaluación de daños ambientales.

La metodología utilizada para la evaluación de daños ambientales, son las mismas para la evaluación del impacto ambiental, es decir que se identifica y evalúan los impactos ambientales en las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto. En el caso particular del estudio de línea base ambiental del Área Contractual Barcodón, solo se consideró la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones existentes.

Los métodos para la identificación de los impactos ambientales de un proyecto son muy variados. Cuando en un proyecto no se conoce los impactos que puede producir, la mejor manera de reconocerlos es mediante algún método de matrices, como la Matriz de Leopold. Para representar los impactos secundarios y terciarios, posiblemente los mejores métodos son los diagramas de causa-efecto y en el caso donde ya se conocen los impactos que genera un proyecto es a través de una lista de verificación y cuestionarios.

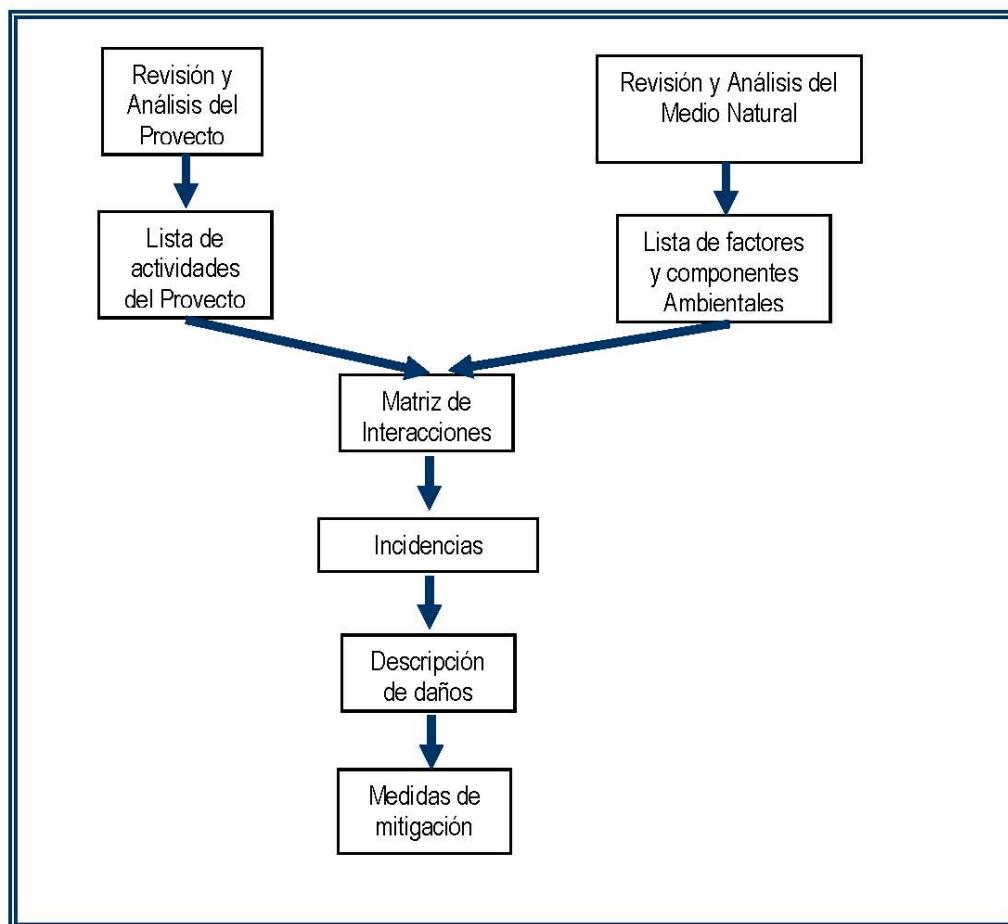
### **8.3.1 Metodología para identificar y evaluar los daños ambientales**

Para la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales generados por el Proyecto en cuestión, se consideraron los siguientes parámetros: inmediatez, acumulación, sinergia, momento en que se produce, persistencia y reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad y continuidad; tanto en los impactos directos como en los indirectos, a través del uso de las siguientes técnicas:

- Listados Simples de actividades del proyecto y factores ambientales
- Matriz Modificada de Leopold de Interacción Proyecto-Ambiente (Leopold, 1971)
- Diagramas de flujo

- Sobreposición de planos
- Análisis de expertos

El proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales se describe en los siguientes apartados. Para facilitar su comprensión, se ha dividido en sus dos principales actividades identificación y evaluación y se representa en el siguiente diagrama de flujo.



**Figura 8.3-1.-** Diagrama de flujo del proceso de identificación de daños ambientales.



### 8.3.2 Descripción del proceso de identificación de impactos

#### 8.3.2.1 Elaboración de lista de acciones relevantes del Proyecto

El primer paso de la identificación de impactos, consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del proyecto en su etapa de desarrollo.

Como se señaló al inicio del documento, solo se consideró el estado actual o la fase de operación y mantenimiento de las instalaciones con respecto de los componentes ambientales considerados en el Área Contractual Barcodón. Que las instalaciones consideradas fueron Pozos, Líneas de Conducción (Líneas de Descarga y Gasoductos) e infraestructura de producción (Estaciones de Recolección de Gas). Lo anterior significa que no se tomaron en cuenta las etapas de preparación de sitio, construcción; que desde el punto de vista de la evaluación del impacto ambiental son actividades realizadas. En la siguiente Tabla 8.3-1 se presentan las actividades por obra tipo en la etapa de operación y mantenimiento en Pozos, Líneas Gasoductos y Estaciones de Recolección.

**Tabla 8.3-1.-** Lista de actividades identificadas por tipo en Área Contractual Barcodón.

ETAPA DE DESARROLLO	OBRA TIPO	ACTIVIDADES GENERALES
Operación y mantenimiento	Pozos (exploratorios y de desarrollo)	Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales
		Inspección y vigilancia (árbol de válvulas, caminos de acceso)
		Mantenimiento (árbol de válvulas, caminos de acceso)
		Generación de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
		Generación de aguas residuales
	Sistemas de Conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.)	Transportación de gas, líquidos y asociados
		Inspección y vigilancia (derecho de vía, válvulas, sistemas de conducción)
		Mantenimiento (derecho de vía, válvulas, análisis de pruebas de corrosión, limpieza con corrida del diablo, etc)
		Generación de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
	Infraestructura de producción (estaciones de recolección y compresión y plantas endulzadoras)	Generación de aguas residuales
		Sustitución de tramo de ducto
		Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales
		Generación de aguas congénitas
		Inspección y vigilancia (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)
		Mantenimiento (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)
		Generación de residuos sólidos

*Continuación de la Tabla 8.3-1*

ETAPA DE DESARROLLO	OBRA TIPO	ACTIVIDADES GENERALES
Operación y mantenimiento	Infraestructura de producción (estaciones (recolección y compresión y plantas endulzadoras)	Generación de residuos peligrosos
		Generación de aguas residuales

### 8.3.3 Elaboración de lista de factores y atributos ambientales

Mediante una revisión exhaustiva de informes y estudios de impacto ambiental de este tipo de proyectos, de literatura citada al inicio de este texto, así como de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del sistema ambiental del Área Contractual Barcodón se elaboró el inventario de los factores y atributos ambientales que se presentan en la Tabla 8.3-2.

**Tabla 8.3-2.-** Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental del Área Contractual Barcodón.

Subsistema	Factor	Atributos
(Natural) Biótico y Abiótico	Atmósfera (aire)	Calidad del aire ( $\text{NO}_x$ )
		Partículas suspendidas
		Nivel de ruido
	Geología y geomorfología	Relieve
		Geoformas
		Recursos pétreos
	Suelo	Uso del suelo
		Grado de erosión
		Propiedades químicas
		Propiedades físicas
	Hidrología superficial	Calidad del agua
		Patrón de drenaje
		Disponibilidad del agua
		Coeficiente de escurrimiento
	Hidrología subterránea	Calidad del agua
	Vegetación	Cobertura
		Abundancia
		Riqueza de especies
		Especies de lento crecimiento
		Especies bajo protección



Continuación de la Tabla 8.3-2

Sistema Ambiental Área Contractual Barcódon	Subsistema (Natural) Biótico y Abiótico	Factor	Atributos
			Riqueza de especies
		Fauna	Abundancia y desplazamiento
			Especies bajo protección
		Paisaje	Calidad visual

### 8.3.4 Identificación de Interacciones Ambientales

Con base en las Tablas 8.3.1 y 8.3.2, se generó una Matriz de Interacciones, la cual consideró únicamente la fase de operación y mantenimiento de pozos, ductos y estaciones de recolección del proyecto, con los factores y atributos del sistema ambiental, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente. A partir de esta, los diferentes grupos técnicos que se conformaron para llevar a cabo la evaluación de los daños ambientales, efectuándose un análisis basado en la estructura del sistema ambiental con cada una de las actividades por obra, que se ejecutarán para el proyecto. Este análisis permitió identificar las interacciones relevantes que pudieron dejar alguna evidencia de daño ambiental o impacto residual, aun cuando se hayan aplicado medidas de prevención y mitigación para cada una de las obras.

#### 8.3.4.1 Descripción del proceso de evaluación de daños ambientales

##### 8.3.4.1.1 Metodología de evaluación de daños ambientales

###### 8.3.4.1.1.1 Índice de Incidencia

Para la evaluación de los daños ambientales, se seleccionó la metodología conocida como Matriz de Leopold (1971), la cual fue modificada para adecuarla a las características particulares de este Proyecto. Esta matriz fue elaborada con base en los resultados de la Técnica de Listado Simple y de la Tabla de Doble Entrada de Interacciones proyecto-ambiente, seleccionando aquellos factores ambientales que pueden ser impactados.

La técnica de matrices consiste en interrelacionar las acciones del Proyecto (columnas), con los diferentes factores y atributos ambientales (filas). Las interacciones resultantes se describen con base en los siguientes criterios: inmediatez, acumulación, sinergia, momento en que se produce, persistencia y reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad y continuidad; los cuales servirán para determinar el índice de incidencia.

Los criterios antes señalados forman parte de la metodología para la determinación del índice de incidencia, propuesto por Gómez Orea, 2003.

#### 8.3.4.1.1.1 Determinación del índice de incidencia

De acuerdo con la metodología propuesta por Gómez Orea 2003, que a continuación se describe textualmente y donde se describe a la *incidencia* como la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por la *intensidad* y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. En ese sentido la determinación de la incidencia se considerarán los atributos antes señalado más la *intensidad* que es el grado de la alteración y ocasionalmente, la extensión: área de influencia del efecto en relación con el total del entorno considerado.

En las Tablas 8.3-3 y 8.3-4, se presentan los atributos que caracterizan los impactos ambientales, la descripción de cada uno de ellos, el carácter de los atributos y la escala y peso de cada uno de ellos, que se usarán para la determinación del índice de incidencia de los factores ambientales evaluados en el Área Contractual Barcodón.

De acuerdo a la información presentada en las tablas antes señaladas, se calculará un índice de incidencia, el cual variará en un ámbito de 0 a 1.

La metodología propuesta menciona que los valores de incidencia son determinados por:

- a) Una de carácter informal a partir de los atributos que los describen: a un impacto cuyos atributos se manifiesten en la forma más favorable, se le atribuirá un índice de incidencia próximo a 0; así a un impacto de escasa intensidad, temporal, reversible, simple, no sinérgico, poco extenso y que produce sus efectos a largo plazo, le corresponderá un índice de incidencia próximo a 0; por el contrario a un impacto intenso, permanente, irreversible, irrecuperable, acumulativo, sinérgico, extenso y que produce sus efectos de forma inmediata, tendrá un índice de incidencia próximo a 1; atributos de carácter intermedio determinarán valoraciones intermedias.
- b) Otra de carácter formal que se desarrolla en cuatro pasos:
- i Primero tipificar las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo, recuperabilidad: fácil, regular y difícil, etc.
- ii Segundo atribuir un código numérico a cada forma, acotada entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así para los ejemplos anteriores, momento: inmediato, 3, medio plazo 2 y largo plazo 1; recuperabilidad: fácil 1, regular 2, difícil 3.
- iii Aplicar una función, suma ponderada (u otra), para obtener un valor.
- iv Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos, mediante la expresión:

$$\text{Incidencia} = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

Ver desarrollo en Tabla 8.3-4.

**Tabla 8.3-3.- Características de los impactos ambientales.**

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código/valor
<b>Signo</b>	Positivo o negativo, se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial que merece el efecto a la comunidad técnico-científica y a la población en general	Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	x
<b>Inmediatez</b>	Directo o indirecto. Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario	Directo	3
		Indirecto	1
<b>Acumulación</b>	Simple o acumulativo. Efecto es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce afectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente en gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Simple	1
		Acumulativo	3
		Leve	1
<b>Sinergia</b>	Sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple	Media	2
		Fuerte	3
		Corto	3
<b>Momento en que se produce</b>	Es corto, medio o largo plazo. Efecto a corto, mediano o largo plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor respectivamente	Medio	2
		Largo Plazo	1
		Temporal	1
<b>Persistencia</b>	Temporal o permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras el temporal permanece un tiempo determinado	Permanente	3
		A corto plazo	1
		A Mediano plazo	2
<b>Reversibilidad</b>	Reversible o irreversible. Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o solo después de muy largo tiempo	A largo plazo o no reversible	3
		Fácil	1
		Media	2
<b>Recuperabilidad</b>	Recuperable o irrecuperable. Efecto recuperable es el que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, mientras no lo es el irrecuperable	Difícil	3
		Periódico	3
		Irregular	1
<b>Periodicidad</b>	Periódico o de aparición irregular. Efecto periódico es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente; Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Continuo	3
		Descontinuo	1
<b>Continuidad</b>	Continuo o discontinuo. Efecto continuo es el que produce un alteración constante en el tiempo, mientras el discontinuo se manifiesta de forma intermitente o irregular		

Gómez Orea, 2003.



**Tabla 8.3-4.-** Cálculo del Índice de Incidencia.

Clasificación de los Impactos						
Escala y Peso						
Signo del efecto (C)	Benefico	+	Perjudicial	-	Difícil de calificar sin estudios	0
Inmediatez (I)	Indirecto	1			Directo	3
Acumulación (A)	Simple	1			Acumulativo	3
Sinergia (S)	Leve	1	Media	2	Fuerte	3
Momento (M)	Largo plazo	1	Medio	2	Corto	3
Persistencia (P)	Temporal	1			Permanente	3
Reversibilidad (R)	A corto plazo	1	A medio plazo	2	A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad (R)	Fácil	1	Media	2	Difícil	3
Continuidad (C)	Discontinuo	1			Continuo	3
Periodicidad (P)	Irregular	1			Periódico	3
Total	Mínima	9			Máxima	27
Determinación de la Incidencia						
$I = I + A + S + M + P + R + R + C + P$						
La expresión puede consistir en la suma ponderada de los códigos (que tienen una carga cuantificada) de los atributos ponderados, se puede considerar la expresión simple:						
Obtención de Índice de Incidencia de impacto: $I = \Sigma \text{Atributo} * \text{Peso}$						
Obtención del Índice de Incidencia Estandarizado: $I_{\text{Estandarizada}} = (I - I_{\text{min}}) / (I_{\text{máx}} - I_{\text{min}})$						
<b>Siendo:</b>						
$I$ = El valor de incidencia obtenido por un impacto						
$I_{\text{máx}}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.						
$I_{\text{min}}$ = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.						
El índice de incidencia debe magnificarse cuando se da alguna circunstancia que haga crítico el impacto: ruido en la noche, vertido contaminante inmediatamente arriba de la toma de agua de un pueblo, situaciones de verano o invierno, etc.						
Categoría de significancia de los impactos ambientales evaluados.						
Categoría	Interpretación			Intervalo de valores		
No relevante	Se presentan alteraciones de muy bajo impacto a componentes y factores que no comprometen a la integridad de los mismos.			Menor a 0.33		
Moderadamente relevante	Se presenta afectación a componentes y factores sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.			0.34 a 0.66		
Relevante	Se presentan alteraciones en los componentes y factores que afectaron el funcionamiento o estructura de los ecosistemas.			Mayor a 0.66		

### **8.3.5 Resultados de la identificación y evaluación de los daños ambientales**

De acuerdo con los resultados de campo arrojados por componente ambiental en el Área Contractual Barcodón, se evaluaron conforme a la metodología propuesta para calcular el índice de incidencia y que a fin de cuentas se interpretará como el daño ambiental a los componentes ambientales, que derivado de las diversas actividades que prevalecen en dicha área del proyecto. En ese sentido la calificación de los expertos quedó plasmada en la Matriz de interacciones para la Etapa de Operación y Mantenimiento de Pozos, Líneas de Descarga, Gasoductos y Estaciones de Recolección, así como en la matriz del cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados, Ver Tablas 8.3-4 y 8.3-5.

Por último, de acuerdo con los resultados que se presentan en la Tabla 8.3-5 y de acuerdo con el análisis grupal por parte de los especialistas de cada área, se realizó la descripción de aquellos impactos ambientales que generaron un daño ambiental por las actividades del proyecto y otros generados por otras actividades ajenas en el Área Contractual, como es el caso del sector agropecuario.



ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

**Tabla 8.3-4.-** Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de pozos, líneas de descarga, gasoductos y estaciones de recolección (Archivo Excel).

**Tabla 8.3-5.-** Cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados (Archivo Excel).

### 8.3.6 Descripción de daños ambientales

En seguida se describen los daños ambientales identificados y evaluados en la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras en el Área Contractual Barcodón. Cabe señalar, que también se hará mención a los daños ambientales promovidos por otros sectores productivos como el agropecuario que se desarrolla en el Área Contractual Barcodón.

## DESCRIPCIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES MEDIO ABIÓTICO-BIÓTICO

### ➤ Clima

#### Partículas suspendidas y óxidos de nitrógeno

La incidencia es no relevante, ya que no existen chimeneas o algunos otros puntos de emisión de hollín o alguna otra partícula; por otro lado, la actividad preponderante, el cultivo de sorgo y soya, implica mantener el suelo con cobertura vegetal durante una gran parte del año, por lo que la posibilidad de que partículas finas de suelo sean levantadas por el viento es muy reducida.

Los resultados obtenidos por el monitoreo de la calidad del aire, en donde todos los parámetros registraron niveles por debajo de los límites máximos establecidos en las normas que los regulan, indican que la calidad del aire es buena; esto aun cuando la calidad del aire en esta área contractual está bajo la influencia de las emisiones de la industria establecida en Altamira. Aquí observamos que la capacidad de dispersión de la atmósfera es superior a la tasa a la que son liberadas las emisiones en la zona industrial; terrenos planos y muy cercanos a la costa, influenciados por las brisas, nocturna y diurna.

#### Ruido

Los niveles de ruido registran también una incidencia no relevante; las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras no son generadoras de ruido, también, son instalaciones abiertas, distribuidas sobre amplias superficies rurales.

### ➤ Edafología

Las actividades derivadas propias de la operación y mantenimiento para pozos (exploratorios y de desarrollo), sistema de conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.) e infraestructura de producción (baterías de separación), uno de los mayores impactos al recurso suelo es en los sistemas de conducción por la sustitución de tramos de ductos modificando la propiedades físicas del suelo como la estructura, porosidad y densidad propiciando la susceptibilidad del suelo por el salpicamiento de las gotas de lluvia e inicio de erosión hídrica así mismo, incrementa la capacidad de infiltración de sustancias y en caso de fuga o derrame el daño suele ser mayor.

La generación de residuos dispuestos inadecuadamente, transportados y la falta de capacitación del personal pueden llegar a generar grandes impactos al suelo por los derrames o accidentes que pudieran ocurrir y afectar directamente a las propiedades químicas del suelo, disminuyendo o inhibiendo la capacidad de producción primaria, contaminando al suelo y en función del material derramado y las características propias de los tipos de suelos los contaminantes pueden infiltrarse y llegar a los mantos freáticos y generar un mayor daño ambiental, ya que el 100% del bloque corresponde a un suelo Vertisol con características de agrietamiento en época de secas y espacios porosos de alrededor de 52% que los hace más susceptibles.

### ➤ Geología

#### Pérdida de estabilidad del relieve y alteración de Geoformas

El impacto de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras en la estabilidad del relieve es no relevante. No hay construcción de nuevas instalaciones y las existentes, en el caso de las plataformas de los pozos y las estaciones de recolección, son superficies que han sido compactadas y cubiertas con materiales que proporcionan estabilidad al relieve; en el caso de las líneas de descarga y ductos en general, están bajo tierra y la superficie está cubierta por estrato herbáceo de vegetación.

Las características del material geológico, las formas que ha tomado y en general la historia geológica de la zona permiten que esta zona no cuente con potenciales riesgos geológicos.

### ➤ **Hidrología Superficial**

#### **Calidad del agua**

La calidad del agua superficial es impactada en grado no relevante por las actividades petroleras, esto es debido a que no hay disposición de aguas congénitas o residuales a cuerpos de agua superficiales; también las actividades de manejo y trasiego de estas aguas son apegadas a las normas que las rigen.

En general, los resultados de los análisis de las aguas superficiales mostraron poca influencia antrópica, excepto en uno de los casos, en donde los conteos de coliformes estuvieron elevados, esto debido a que existen descargas de aguas negras procedentes de una granja cercana.

#### **Patrón de drenaje**

El comportamiento de las corrientes de agua superficial tiene una incidencia no relevante, porque no hay construcción de nuevas obras que pudieran interferir con la red de drenaje superficial.

#### **Disponibilidad de agua**

El impacto es en grado no relevante, porque estas actividades no disminuyen la superficie de captación de agua de lluvia, que es la única fuente de recarga con que cuentan estas corrientes de agua superficial. Además, en ninguna de las actividades se hace uso del agua de las corrientes superficiales, como para que se pudiera generar una actividad de competencia con las demás actividades productivas de la zona. El agua no es un recurso limitante en esta zona.

#### **Coeficiente de escurrimiento**

La incidencia es no relevante, ya que no hay actividades que ocasionen cambios en la permeabilidad del suelo o alguna otra característica física de éste.

## ➤ Hidrología Subterránea

### Calidad del agua

Hay un efecto no relevante, ya que no existe disposición de aguas residuales, ni de aguas congénitas y como ya se comentó los hidrocarburos que se extraen son transportados en tuberías herméticas.

## ➤ Vegetación

En cuanto a este componente de la biosfera, en los atributos que se consideraron: cobertura, abundancia, riqueza de especies, especies de lento crecimiento y especies bajo protección, se obtuvieron índices de incidencia no relevantes, a continuación se describen los daños ambientales para cada uno de estos atributos.

Como se indica en el apartado de vegetación, el 88,92% de la superficie del Área Contractual Barcodón está cubierta por vegetación propia de las actividades agrícolas, sólo el 11,08% está cubierta por relictos de la selva baja caducifolia.

Son las actividades agrícolas las que, por muchos años, han estado ocasionando daños graves a la vegetación de esta área; la eliminación, de raíz, de la selva baja caducifolia para establecer cultivos de granos básicos.

### Cobertura

La operación y mantenimiento de los pozos petroleros, batería de separación, líneas de descarga y demás ductos infieren un daño no relevante a este atributo; es así porque la única actividad en la que podría removese completamente la vegetación de una pequeña superficie de terreno es cuando se requiera sustituir un tramo de ducto; la magnitud de este daño en la escala de tiempo es reducida porque los derechos de vía bajo los cuales corren los ductos, por norma, sólo pueden mantener como cobertura el estrato herbáceo de la vegetación.

### **Abundancia**

La abundancia, entendida como el número de individuos por unidad de superficie, también obtiene un índice de incidencia no relevante, como en el caso anterior, la sustitución de un tramo de ducto será una actividad muy localizada y sobre la vegetación secundaria herbácea que existe sobre los derechos de vía.

### **Riqueza de especies**

La vegetación que cubre los derechos de vía es inducida, secundaria, herbácea, donde se registra un predominio de la familia de las gramíneas por sobre cualquier otra, entonces la riqueza de especies, específicamente en los sitios donde pudiera sustituirse un ducto, es baja; hay poco que dañar en términos de riqueza.

### **Especies de lento crecimiento**

No hay especies de lento crecimiento en los derechos de vía de las líneas de descarga, sólo especies herbáceas, generalmente pastos.

### **Especies bajo protección**

No se encontraron especies con algún tipo de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de noviembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación.

## ➤ **Paisaje**

### **Calidad visual**

La mayoría de las instalaciones petroleras están a nivel del suelo o debajo de él, sólo la batería de separación, con sus tanques de almacenamiento podría representar un cambio en la calidad visual; esto es no relevante principalmente porque se trata de sólo una instalación de este tipo en más de 2 000 ha, además, se levanta muy poco del nivel del suelo, por lo que la vegetación de las cortinas rompevientos

impide que se aprecie desde grandes distancias; aunque los lomeríos en esta área contractual sean muy suaves.

### ➤ Fauna

Identificación del daño ambiental. En el presente apartado pretende guiar la implementación de un proceso metodológico tomando como base para la conclusión del análisis del diagnóstico general del área de estudio y el área de influencia, para identificar los componentes y factores que resultaron con una afectación significativa por alguna obra o actividad desarrollada en el pasado principalmente por actividades de la industria del petróleo y gas.

Se podrá utilizar de manera enunciativa más no limitativa los siguientes componentes y factores ambientales, complementándose con la caracterización de los parámetros definidos en los apartados 3 y 4 para exemplificar y tipificar los posibles daños ambientales.

#### Componente Fauna

##### **Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010**

En los recorridos de campo se obtuvo evidencia de un solo individuo de la especie *Coluber flagellum* (culebra chirrionera) afectada por la actividad petrolera que se desarrolla en el Área Contractual Barcodón. Específicamente en la estación de recolección Barcodón 1. Ya que los restos de esta serpiente se detectaron dentro de las instalaciones de dicho estación aun lado de un registro sin tapa que contenía hidrocarburo. (Fotografía 8.3-1).

Esta especie se encuentra catalogada como Amenazada (A) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con amplia distribución en el territorio nacional y no es considerada como endémica de México.



Fotografía 8.3-1.- Evidencia de perdida de individuo (*Coluber flagellum*) dentro dela estación Barcodón 1

A continuación se presenta una ficha técnica de la especie proporcionada por la CONABIO:

**Antecedentes del estado de la especie o de las poblaciones principales:** Es una especie de amplia distribución, no-endémica de México (Wilson, 1970, 1973) que ocurre de manera regular en los desiertos del norte del país y en ambas costas en las tierras bajas subtropicales o tropicales, pero que no sigue hacia el sur. Se sabe de un gran número de localidades (en la literatura aproximadamente más de 100) para diferentes estados, no se cuenta con el número exacto de los ejemplares depositados principalmente en colecciones extranjeras pero se estiman alrededor de 200 obtenidos desde la descripción de Shaw (1802), se desconoce cuántos se hallan en colecciones nacionales. En apariencia, localmente son comunes, no obstante se conoce poco de sus preferencias ecológicas. Algunos autores, por ej. Dixon et al. (1972) proporcionaron y/o confirmaron la presencia de esta especie para distintos estados.

**Descripción:** Serpiente cola de látigo de talla larga, individuos jóvenes son de 427 mm de longitud total, mientras que los adultos llegan a medir más de 2030 mm de longitud total (Lemos-Espinal et al. 2000a; McPeak, 2000) (intervalos LT: 610-2030 mm). Wilson (1973) la caracteriza por la presencia 17 hileras de escamas dorsales en la porción anterior del cuerpo; 8 supralabiales; con 2-2 preoculares. Los machos pueden tener de 183 a 197 escamas ventrales y las hembras de 184 a 197, mientras que, generalmente existen más de 95 escamas caudales (Smith y Taylor, 1945). En los juveniles la coloración que se presenta consiste de un patrón de bandas cruzadas estrechas o amplias en el cuello, mientras que, el patrón en adultos es altamente variable (Smith y Taylor, 1945) ya que nunca consiste de bandas longitudinales pálidas, y que irregularmente hay líneas oscuras esparcidas o puntos oscuros en las bases de las escamas dorsales; la superficie subcaudal es rojo-salmón.

**Categoría de edad, tamaño o estadio:** Ovípara, ectoterma.

**Historia de vida:** Ovípara, ectoterma. (Greene, 1970; Shine, 1994), de talla larga y delgada, activa la mayor parte del año (Fitch, 1970). Machos de esta especie provenientes de poblaciones silvestres y mantenidos en cautiverio han vivido entre 12 a 18 años (Zinder y Bowler, 1992). Es simpátrica en las tierras bajas de Tamaulipas con *M. taeniatus* ya que habitan el bosque espinoso y el bosque deciduo tropical (Martin, 1958).

**Distribución Actual:** Este colúbrido no es endémico a México, ya que tiene una amplia distribución que comprende gran parte de la región Neártica del norte del país. Wilson (1973) examinó todos los registros disponibles de esta especie y presentó un mapa de distribución que abarca la mitad sur de USA de costa a costa. En México, esta especie ocurre en la Mesa Central y en ambas costas (Wilson, 1973) en las tierras bajas en los estados de Baja California Norte y Sur (McPeak, 2000), Sonora (Lowe y Woodin, 1954; Zweifel y Norris, 1955; Wilson, 1970; Flores-Villela et al. 1991), centro de Sinaloa (Smith y Van Gelder, 1955), Chihuahua (Tanner, 1985; Van Devender y Lowe, 1977; Reynolds, 1982; Lemos-Espinal et al., 2002a,b), Coahuila (Williams et al., 1961; McCoy, 1984), Nuevo León (Williams y Wilson, 1965), Tamaulipas (Martin, 1958), sur de Durango (Webb, 1984), San Luis Potosí (Grant y Smith, 1959; Auth et al., 2000), Querétaro (Dixon et al., 1972), Hidalgo (no confirmado) y norte de Veracruz (Pelcastre y Flores-

Villela, 1992). El mapa de Wilson indica claramente su ocurrencia en el límite de la parte norte de Veracruz; sin embargo, los registros precisos de la localidad aún no han sido publicados, desafortunadamente fueron destruidos por circunstancias accidentales (Wilson, com. pers., citado en Pérez-Higareda y Smith, 1991). El intervalo de altitud en el que se distribuye es de 600 a 1530 msnm (Lemos-Espinal et al. 2000a, b).

### Histórica Estimada

MEXICO: Colúbrido descrito por Shaw (1802) y registrado por Günther (1885-1902) para Norte América en el S de Estados Unidos, sin mencionar localidades específicas para México. Con fechas anteriores a 1950 se registró para el Norte del país (mitad sur de los Estados Unidos, de costa a costa), desde Chihuahua (Smith, 1941), Sinaloa a Nayarit (Isla Tres Marías). Smith y Taylor (1945, 1950) resumieron esta información y delinearon la distribución histórica de *M. flagellum* (*lineatus*, *piceus*) que antes de 1950 incluía casi todo el territorio de Chihuahua, Sonora (Isla Tiburón), Baja California Norte, norte de Durango, y norte, centro y sur de Coahuila (Gloyd y Smith, 1942; Schmidt y Owens, 1944), Nuevo León, Tamaulipas (Smith, 1944; Shannon y Smith, 1949), San Luis Potosí (Taylor, 1949), Guanajuato y Nayarit, también en ese entonces, se presumía su presencia en Querétaro y Michoacán (Peters, 1954) aunque este último no ha sido confirmado posteriormente (Wilson, 1973).

**Hábitat:** Colúbrido ubicuo en la mayor parte del desierto de Chihuahua y ocupa una amplia variedad de hábitats (McCoy, 1984) incluyendo bosques de pino, pino-encino, encino, praderas abiertas, vegetación subtropical de tierras bajas, matorral desértico, bosque espinoso (ambos como matorral xerófilo) y chaparral (Wilson, 1973).

**Macroclima:** Este colúbrido habita en climas de hábitats relativamente secos y cálidos (Wilson, 1973); existen variantes climáticas en el desierto de Chihuahua, desde el muy árido, semicálido BWh(x') a semiárido templado BS1hw o Bsohw; árido templado Bsok(x') o en su distribución hacia las costas predominan climas cálido-húmedos, cálido-subhúmedos (Awo) con gran precipitación (Bosque tropical perennifolio; Pelcastre y Flores-Villela, 1992). También ocupa gran parte del desierto de Chihuahua, la región tiene veranos cálidos e inviernos fríos. La precipitación promedio anual es de 316 mm (Reynolds, 1982).

**Estrategia trófica:** Es una especie carnívora; Grant y Smith (1959) registraron un macho grande en los alrededores de la Compañía Fundidora y Refinadora de San Luis Potosí cuyo contenido estomacal era un mamífero pequeño, probablemente una ardilla listada (*chipmunk*) con la cabeza y extremidades digeridas, así como una oruga grande y verde de 3". Zweifel y Norris (1955), observaron a un espécimen comerse a un lagartija espinosa (*Sceloporus clarkii*). En cautividad, se han hecho observaciones de canibalismo (Cunningham, 1959; Mitchell, 1986).

### Biología de poblaciones

**Demografía:** Aunque no hay estudios específicos para esta especie, Reynolds (1982) estudió la distribución mensual de serpientes localizadas a lo largo de la carretera México 16 de Villa Aldama a El Pastor, Chihuahua en el periodo de 1975 a 1977 (comprendiendo tres estaciones de actividad), totalizando 15 especímenes de los 418 registrados.

**Comportamiento:** Algunos autores registraron combates rituales entre machos rivales (Carpenter, 1986; Shine, 1994). Cunningham (1959) y Mitchell (1986) indicaron que en cautividad esta especie exhibe conducta de canibalismo. Se desconocen otros aspectos de su conducta.

**Reproducción:** Especie ovípara (Greene, 1970; Shine, 1994). Greene (1970) señala que es exclusivamente ovípara ya que habita en bosques tropicales perenifolios o en bosques tropicales caducifolios. Fitch (1970) resumió la información disponible en este aspecto, señalando la variación en el tamaño de la puesta de 4 a 16 huevos, promedio 10.1. Las puestas ocurrieron entre el 6 de Junio y el 17 de Julio. Zweifel y Norris (1955) registraron un par de individuos apareándose el 5 de Agosto de 1950 en Navojoa, Sonora, ambos estaban entrelazados en un denso arbusto espinoso, 2 pies por encima del suelo, la hembra contenía grandes huevos de 25 mm de longitud (Fitch, 1970).

**Estado de conservación:** NOM-059-SEMARNAT-2001 A amenazada

**Conservación:** *Masticophis flagellum* es una especie protegida en la categoría de amenazada (A) determinada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. En el proyecto de Norma 2000 se sugiere continuar ubicándola en la misma categoría. Pocas son las áreas ya decretadas que incluyan

poblaciones de esta especie. Sin embargo, Arriaga et al. (2000) señalaron que existe la propuesta de conservación de un área de mayor envergadura y extensión, que incluye aproximadamente 80 regiones terrestres prioritarias (RTP) de México que son: 1 (Sierra de La Laguna); 2 (Sierra El Mechudo); 3 (Planicies de Magdalena); 4 (Sierra La Giganta); 5 (El Vizcaíno - El Bamil); 6 (Sierras La Libertad - La Asamblea); 7 (Valle de los Cirios); 8 (San Telmo - San Quintín); 9 (Punta Banda - Eréndira); 10 (Santa María - El Descanso); 11 (Sierra San Pedro Mártir); 12 (Sierra de Juárez); 13 (Delta del Río Colorado); 14 (Gran Desierto de Altar - El Pinacate); 15 (Bahía San Jorge); 16 (Sierra El Álamo - El Viejo); 17 (Sierra Seri); 18 (Cajón del Diablo); 19 (Sierra Libre); 20 (Sierra El Bacatete); 21 (Las Bocas); 22 (Marismas Topolobampo - Caimanero); 24 (Río Humaya); 26 (Guadalupe y Calvo - Mohinora); 27 (Barranca Sinfónica); 28 (Rocahuachi - Nanaruchi); 29 (Lago Los Mexicanos); 33 (Bassaseachic); 34 (Babícora); 35 (Cuenca del Río Chico - Sirupa); 41 (Cananea - San Pedro); 42 (Sierras Los Ajos - Buenos Aires - La Púrica); 43 (Sahuaripa); 44 (Bavispe - El Tigre); 45 (Sierra de San Luis - Janos); 46 (Pastizales del norte del río Santa María); 47 (Sierra del Nido - Pastizal de Flores Magón); 48 (Médanos de Samalayuca); 50 (El Berrendo); 51 (Laguna Jaco); 52 (Mapimí); 53 (Cuchillas de la Zarca); 54 (Santiaguillo); 59 (La Michilia); 67 (Sierra de Órganos); 68 (Sierra La Fragua); 69 (Cuatrociénegas); 70 (Sierra de la Madera); 71 (Sierras La Encantada - Santa Rosa); 72 (Sierras Maderas del Carmen); 73 (Sierra El Burro - río San Rodrigo); 74 (Cinco Manantiales); 75 (Matorral tamaulipeco del bajo río Bravo); 76 (Sierra Picachos); 77 (Sierra Bustamante); 78 (La Popa); 79 (Sierra La Paila); 80 (Tokio); 81 (El Potosí - Cumbres de Monterrey); 82 (Cañón de Iturbide); 83 (Laguna Madre); 84 (Sierra de San Carlos); 85 (Puerto Purificación); 86 (San Antonio - Peña Nevada); 87 (El Huizache); 88 (Pastizales gipsófilos de Matehuala); 89 (Valle de Jaumave); 90 (El Cielo); 91 (Sierra de Tamaulipas); 92 (Encinares tropicales de Loma Las Pitas); 93 (Rancho Nuevo); 94 (Cenotes de Aldama); 95 (Laguna de San Andrés); 96 (Sierra de Abra - Tanchipa); 97 (Llanura del río Verde); 98 (Sierra de Álvarez); 99 (Sierras de Santa Bárbara - Santa Rosa); 100 (Cerro Zamorano); 101 (Sierra Gorda - Río Moctezuma) que protegería la mayor parte del área para poblaciones de esta especie.

### Amenazas

**Factores de riesgo:** Aunque esta especie exhibe una extensa distribución en estados del centro y norte del país, sus hábitats han sido seriamente alterados por actividades antropogénicas. De alguna manera estas la hacen vulnerable a la fragmentación y/o destrucción de estos hábitats. Arriaga et al. (2000), enfatizaron

que los tipos de vegetación de los sitios donde se ha registrado esta especie se están deteriorando y fragmentando rápidamente por las actividades humanas, desde la incontrolable tala y el uso inadecuado de los recursos naturales, hasta la introducción de ganado y la construcción de presas. No obstante a que existen ciertos datos de su biología, estos aún son puntuales (muy escasos con poblaciones mexicanas) y no permiten determinar la mayor parte de la historia de vida de esta especie.

**Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie:** Colúbrido de amplia distribución en el norte de México que ocurre en diferentes tipos de hábitat, incluyendo bosques planos de pino, praderas, bosques de encino, matorral desértico, bosque espinoso y chaparral (Wilson, 1973). Individuos han sido capturados en áreas de matorral abierto (en Tamaulipas) de acacia al lado de bosques de palma densos (Martín, 1958). En general, en las áreas en que se distribuye esta especie existe una alta fragmentación de los hábitats debido a altas tasas de desmonte. Por ejemplo, en la Sierra del Carmen, Coahuila (Arriaga et al., 2000) documentan varias causas como la fuerte extracción forestal, sobrepastoreo y cacería. En la región de Cuatro Ciénegas (Arriaga et al., 2000) existe sobrepastoreo y la quema de pastizales, turismo mal dirigido, introducción de especies exóticas y la extracción de especies vegetales y animales que son factores indicativos de la depauperación de los lugares que prefiere este colúbrido. En otros lugares existe una alta tasa de actividades agrícolas, y pastoreo de caprinos. Hacia el sur del país en los estados de San Luis Potosí y Querétaro, se dio recientemente un fuerte impacto debido a la construcción de la presa Zimapán donde se inundó una extensa área, perdiéndose el matorral xerófilo, además de la tala clandestina de diferentes especies y caza ilegal. Actualmente se hace necesaria una evaluación del estado de conservación de la vegetación en el área total de distribución de esta especie ya que como se anota párrafos arriba, la presión sobre los hábitats es drástica por múltiples factores y que seguramente inciden en las poblaciones de esta especie. Asimismo, por su tamaño y coloración se sabe de su cosecha ilegal para venta como mascota, desconociéndose la cuota de individuos provenientes de poblaciones silvestres.

**Relevancia de la especie:** Taxonómico: En general, solo ha habido tratamientos sobre la taxonomía y sistemática de colúbridos utilizando a esta especie como taxón importante para determinar relaciones. Dowling et al. (1983), empleando diferencias de albúmina con el análisis de fijación de microcomplemento

reconocieron subfamilias y a su vez hallaron que los géneros *Elaphe*, *Lampropeltis* y *Masticophis* forman un grupo definido, pero relativamente relacionado, concluyen que se clasifica en la subfamilia COLUBRINAE, en la tribu *Colubrini* junto a *Coluber*, *Drymarchon*, *Opheodrys* y *Ptyas*. Además, es morfológicamente similar al género *Coluber* (Ortenburger, 1928).

**Ecológico:** *Coluber sp.* Requiere de una cubierta de vegetación variada y de distintos tipos para sus actividades, ya sea por la clase de presas que prefieren o de su comportamiento reproductivo. Es un predador de mamíferos pequeños y de lagartijas.

**Económico.-** Aunque no existe información específica publicada sobre este aspecto, Sánchez (1998) encontró que en el período entre marzo y julio de 1995 hubo oferta ilegal de 23 ejemplares de *Coluber sp.* en el mercado de Sonora de la ciudad de México, como *C. flagellum* tiene una amplia distribución no sería nada raro que algún espécimen estuviera incluido en esta cuota.

#### Referencias

1. Ramírez Bautista, A., Mendoza Quijano, F., Hernández Ibarra, X. y Tovar Tovar, H. 2004. Ficha técnica de *Coluber flagellum*. En: Arizmendi, M.C. (compilador). Estatus y conservación de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W043. México, D.F.
2. © CONABIO, algunos derechos reservados

#### Factor Biodiversidad.

La biodiversidad es un concepto que abarca a toda la variedad de la vida, incluyendo a los ecosistemas y a los complejos ecológicos de los que forma parte. Por lo que tiene tres escalas *grossos modo*: ecosistemas, especies y genes. (<http://www.inecc.gob.mx/con-eco-biodiversidad>)

"Diversidad biológica" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que

forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (ONU, 1992)

..”Nos encontramos ante una problemática global en la que las acciones humanas están contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad. Cuando nos referimos a la pérdida de la biodiversidad, en realidad estamos hablando de la pérdida de ecosistemas, lo que conlleva a la pérdida de las poblaciones y especies que habitan en ellos. Las amenazas más importantes a la diversidad biológica son la fragmentación, la degradación y la pérdida directa de los bosques, humedales, arrecifes de coral y otros ecosistemas. Los cambios en la diversidad biológica han sido más rápidos en los últimos 50 años que en cualquier otro periodo de la historia de la humanidad. Algunas amenazas que enfrenta la diversidad biológica son:

- Pérdida de hábitat por cambio de uso de suelo
- Sobre explotación
- Cambio climático
- Especies invasoras
- Contaminación

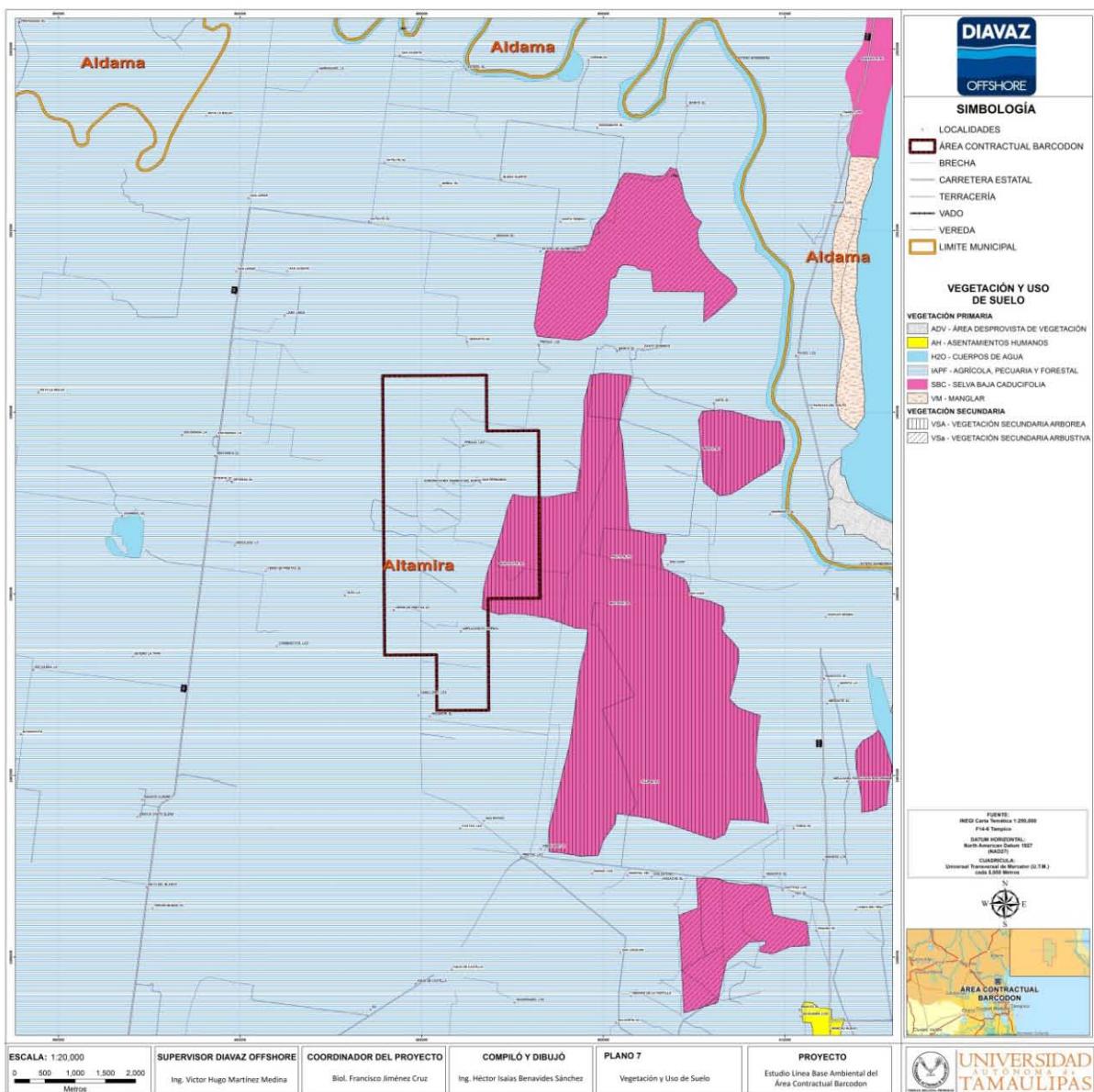
Se estima que los bosques, que albergan gran parte de la diversidad biológica conocida en la Tierra han disminuido su cobertura original en 45% como resultado de las talas, y que entre 20% y 50% de 9 de 14 biomas globales han sido transformados a zonas agrícolas. La mitad de los humedales y un tercio de los manglares han desaparecido y la mayor parte de las tierras agrícolas de las zonas semiáridas se encuentran deterioradas.”.. (CONABIO, 2008)

En este orden de ideas podemos definir que en el Área Contractual Barcodón se pueden localizar ecosistemas de tipo terrestre y de tipo acuático, en cuanto a los terrestres se definen dos grandes usos de suelo o tipos de vegetación según la información de la carta de uso de suelo y vegetación serie V publicada por el instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) el que tiene más superficie con el 88,92% es el denominado IAPF (Información Agrícola Pecuaria Forestal) y el otro ecosistema es la Selva Baja Caducifolia con Vegetación Secundaria Arbórea (SBC/VSA) con el 11,08% (Tabla 8.3-6 y Figura 8.3-2).



**Tabla 8.3.6.-** Porcentaje de los tipos de Hábitat presentes en el Área Contractual Barcodón.

Tipo de Vegetación	AREA	HAS	KM2	PORCENTAJE
IAPF - AGRICOLA-PECUARIO-FORESTAL	9839579,9969	983,9580	9,8396	88,92%
SBC - SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1226523,4353	122,6523	1,2265	11,08%
Total	11066103,4322	1106,6103	11,0661	100,00%



**Figura 8.3.2.-** Tipos de vegetación presentes en el Área Contractual Barcodón

En cuanto a los ecosistemas Acuáticos se tiene detectado que dentro del Área Contractual Barcodón existen Cuerpos de agua intermitentes y perennes (presas, lagunas , abrevaderos etc.), y corrientes de agua Intermitentes y perenes (arroyos y ríos) como se muestra en la figura siguiente (Figura 8.3-3) donde se aprecia que en el lado oeste de la poligonal existe una corriente permanente que corre del suroeste hacia el noreste y aproximadamente 15 cuerpos de agua en toda la extensión del Área Contractual Barcodón acentuándose en el lado norte la mayor cantidad de ellos.

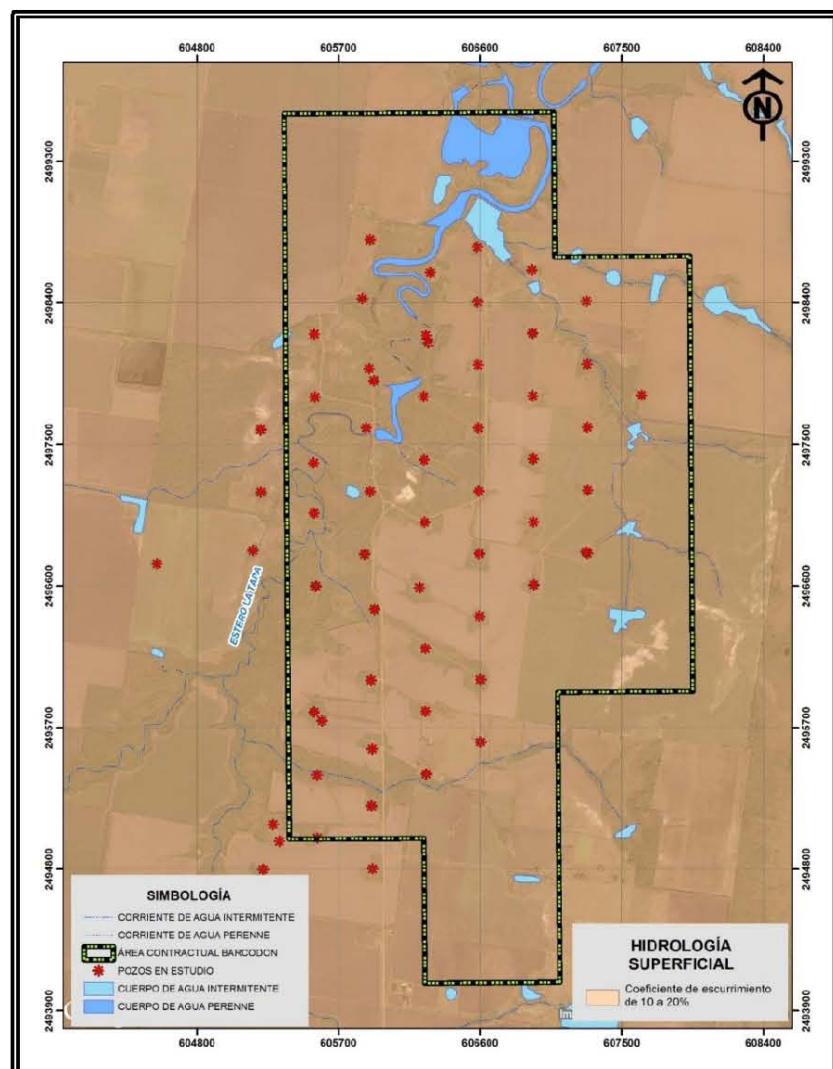


Figura 8.3-3.- Cuerpos de agua existentes en el Área Contractual Barcodón



Por otra parte Tomando en cuenta que dos de los pilares que conforman la biodiversidad del Área Contractual Barcodón son los tipos de hábitats y las especies bióticas presentes, los primeros ya fueron determinados líneas arriba y mencionaremos de los segundos lo que a fauna silvestre se refiere y según los resultados de las metodologías ya mencionadas en el apartado 1.3.10.



**Grafica 8.3-1.-** Riqueza de especies de vertebrados terrestres en el Área Contractual Barcodón.

### Reducción de Hábitat.

Una vez definida la biodiversidad (tipos de hábitat y riqueza de especies de vertebrados terrestres) que existe en el Área Contractual Barcodón intentaremos definir por medio del cambio en la estructura vegetal a través del tiempo si existe o no evidencia palpable de la perdida de hábitat para lo cual se utilizará la información existente sobre los tipos de vegetación presentes y si estos han sido modificados en cuanto a superficie.

El INEGI en la carta de uso de suelo y vegetación serie V del año 2013 menciona que el 88,92% de la superficie del Área Contractual Barcodón corresponde a usos de suelo principalmente agrícola y ganadero, las actividades agropecuarias ocupan una gran parte de la superficie productiva de la zona.

A continuación se muestran las proporciones de cada uno de los tipos de vegetación que están presentes dentro de la poligonal del Área Contractual Barcodón (Tabla 8.3.7) según la carta de uso de suelo y vegetación INEGI 2013 serie V.

**Tabla 8.3.7.-** Proporción de los tipos de vegetación en el Área Contractual Barcodón.

TIPO DE VEGETACIÓN	AREA	HAS	KM2	PORCENTAJE
IAPF - AGRICOLA-PECUARIO-FORESTAL	9839579,9969	983,9580	9,8396	88,92%
SBC - SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1226523,4353	122,6523	1,2265	11,08%
Total	11066103,4322	1106,6103	11,0661	100,00%

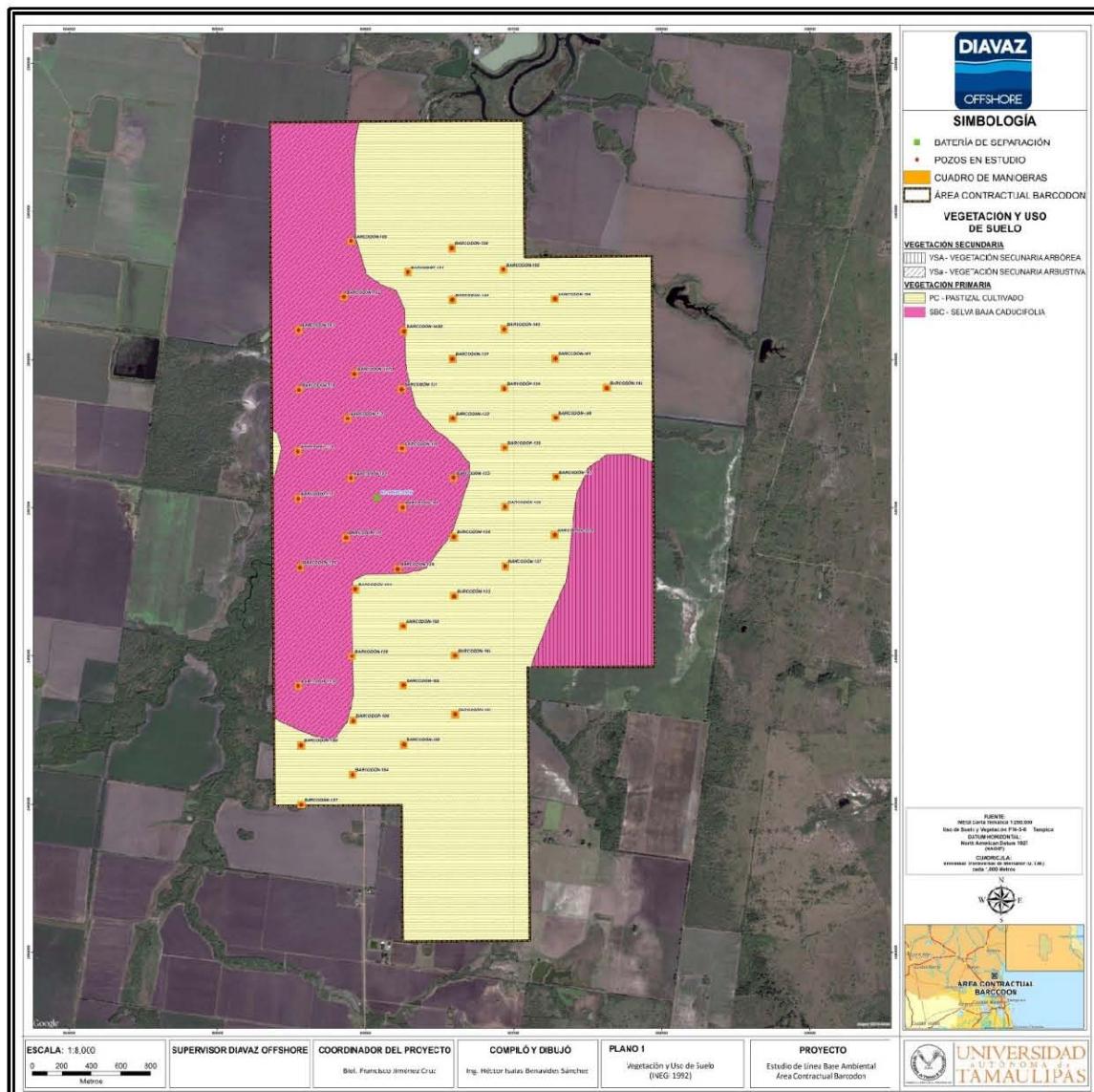
Esta información nos indica el estado de la cobertura vegetal en un punto del tiempo, esto quiere decir que nos muestra el estado actual de la vegetación al momento de realizar este estudio (INEGI 2013) sin embargo estos datos no nos permiten realizar un análisis de cómo ha estado cambiando el sistema ambiental a través del tiempo, es por eso que se realizó un ejercicio intentando tomar datos históricos con los datos oficiales (INEGI 1992) y datos actuales (generados en este estudio con apoyo de Fotografía satelital). Y comparándolos para saber cómo ha cambiado el Sistema a través del tiempo.

A continuación se presenta una tabla (Tabla 8.3.8) de la cobertura vegetal del Área contractual Barcodón presentada por el INEGI en 1992, así como una figura para observar el estado de la cobertura vegetal en el momento de realizar ese estudio.



**Tabla 8.3.8.- Cobertura vegetal según INEGI 1992**

TIPO	VEG_SEC	AREA	HAS	KM2	PORCENTAJE
PC - PASTIZAL CULTIVADO	no aplicable	6921003,7097	692,1004	6,9210	62,54%
SBC - SELVA BAJA CADUCIFOLIA	VSa - VEGETACIÓN SECUNARIA ARBUSTIVA	3289367,3155	328,9367	3,2894	29,72%
SBC - SELVA BAJA CADUCIFOLIA	VSA - VEGETACIÓN SECUNARIA ARBÓREA	855732,2837	85,5732	0,8557	7,73%
Total		11066103,3089	1106,6103	11,0661	100,00%

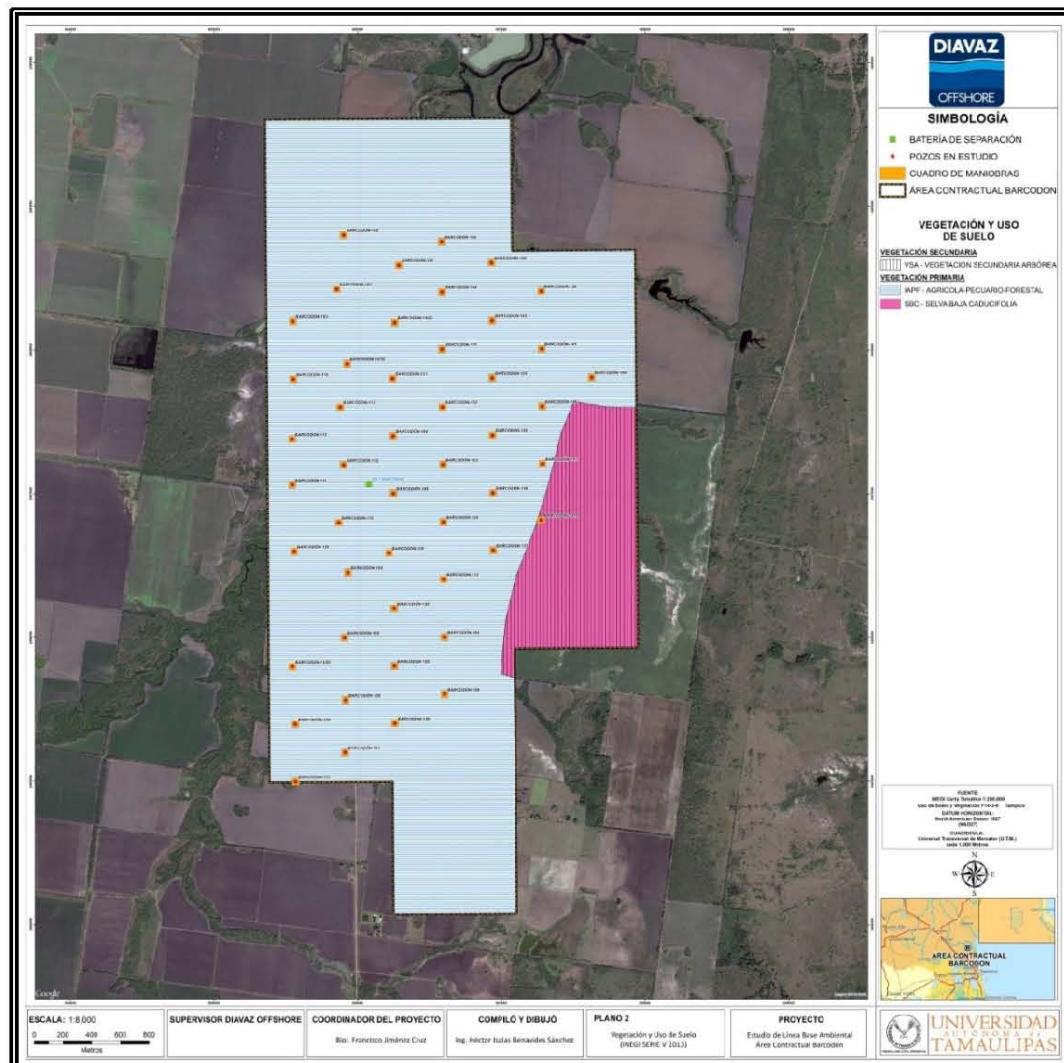


**Figura 8.3.4.-** Se observa la superficie que cubre cada tipo de vegetación según la cartografía presentada en la carta de INEGI 1992.

Ahora se presenta la misma información sobre la cobertura vegetal pero tomando como fuente la serie V de INEGI 2013 presentada en la carta de uso de Suelo y vegetación. (Tabla 8.3.9)

**Tabla 8.3.9.-** Cobertura vegetal según Carta de uso de suelo y vegetación serie V INEGI 2013.

TIPO DE VEGETACIÓN	AREA	HAS	KM2	PORCENTAJE
IAPF - AGRICOLA-PECUARIO-FORESTAL	9839579,9969	983,9580	9,8396	88,92%
SBC - SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1226523,4353	122,6523	1,2265	11,08%
Total	11066103,4322	1106,6103	11,0661	100,00%



**Figura 8.3.5.-** Se observa la superficie que cubre cada tipo de vegetación según la cartografía presentada por INEGI en su serie V del año 2013.

Por último se presenta la información tomando como base la fotografía satelital proporcionada por Google earth 2016 y los datos de verificación en campo realizados por el equipo de botánicos que llevó a cabo el presente análisis. (Tabla 8.3.10).

**Tabla 8.3.10.-** Cobertura vegetal según Google 2016 en el Área Contractual Barcodón.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE ha	%
Agropecuario	814,8403	73.63%
Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbórea (A) y arbustiva (a)	291,77	26.36%
<b>TOTAL</b>	<b>1106.6103</b>	<b>100.000%</b>



**Figura 8.3-6.-** Los polígonos blancos indican la superficie que cubre la Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva según la fotografía satelital Google 2016 y verificada en las visitas a campo por el equipo de trabajo en este proyecto.

Comparando las tablas y las imágenes presentadas podemos inferir que han existido modificaciones a la cobertura vegetal lo cual repercute en gran medida a cambios en los procesos naturales en los ecosistemas presentes en el Área Contractual Barcodón y por ende las interacciones ecológicas que ahí lleva a cabo la fauna silvestre. (Tabla 8.3-11).

**Tabla 8.3-11.- Comparación de la cobertura vegetal entre las tres fuentes consultadas**

FUENTE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
INEGI 1992	Pastizal cultivado	692,1004	62,54%
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA/Vs arbustiva	328,9367	29,72%
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA/Vs Arbórea	85,5732	7,73%
INEGI SERI V 2013	IAPF	983,958	88,92%
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA/Vs Arbórea	122,6523	11,08%
GOOGLE EARTH 2016	Agropecuario	814,8403	73.63%
	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva.	291,77	26.36%

Podemos mencionar como el ejemplo más claro el cambio en el uso de suelo agropecuario donde englobaremos pastizal inducido, pastizal cultivado, agricultura de riego y agricultura de temporal y tenemos que la información queda como en la siguiente tabla (Tabla 8.3-12)

**Tabla 8.3-12.- Comparación de porcentajes**

FUENTE	%
INEGI 1992	62,54
INEGI serie V año 2013	88,92
Fotografía Google 2016	73.63

Al observar lo anterior debemos tener claro que estos datos nos indican los efectos o resultados de los cambios de la cobertura vegetal en el Área Contractual Barcodón, mas no nos indican los motivos o las causas probables que motivaron este cambio a través del tiempo pero al analizar dichos efectos podemos formular hipótesis sobre las actividades que están generando presión sobre el sistema ambiental.

Asumiendo que las actividades petroleras influyeron en el cambio de la cobertura vegetal con la disminución producto del desmonte únicamente por la construcción de los cuadros de maniobras (CDM) existentes, se realizó un análisis en donde se intentó determinar la superficie de cada uno de los tipos de vegetación que fueron disminuidos por estos CDM, para lo cual se utilizó la información más antigua



disponible (INEGI1992) que al analizarlo en un sistema de información geográfica se le asignó un valor promedio de 0.25 ha (250,00 m<sup>2</sup>) de superficie a cada uno de los CDM, este valor promedio se obtuvo de realizar poligonales a mano alzada sobre una fotografía satelital donde se observaran los cuadros de maniobras. De este ejercicio se generó la siguiente tabla 8.3-13.

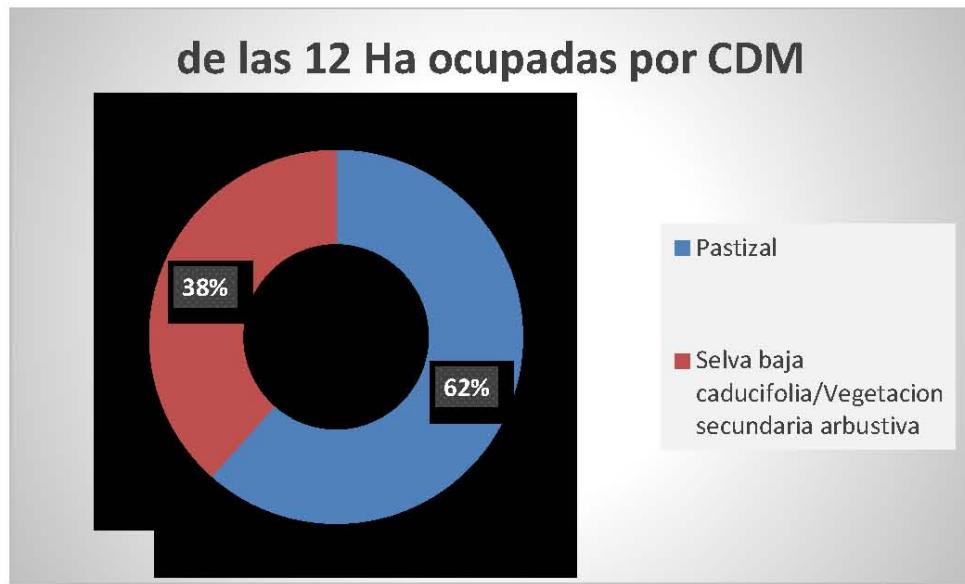
**Tabla 8.3-13.-** Porcentaje del tipo de vegetación en donde se localiza cada uno de los Pozos en el Área Contractual Barcodón

#	POZO	TIPO	VEG_SEC	HAS	PORCENTAJE
0	BARCODÓN-138	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
1	BARCODÓN-141	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
2	BARCODÓN-145	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
3	BARCODÓN-160	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
4	BARCODÓN-159	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
5	BARCODÓN-161	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
6	BARCODÓN-105	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
7	BARCODÓN-162	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
8	BARCODÓN-144	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
9	BARCODÓN-163	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
10	BARCODÓN-121	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
11	BARCODÓN-131	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
12	BARCODÓN-134	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
13	BARCODÓN-132	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
14	BARCODÓN-119	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
15	BARCODÓN-113	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
16	BARCODÓN-146	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
17	BARCODÓN-140	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
18	BARCODÓN-135	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
19	BARCODÓN-112	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
20	BARCODÓN-102	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
21	BARCODÓN-111	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
22	BARCODÓN-110	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
23	BARCODÓN-109	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
24	BARCODÓN-108	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
25	BARCODÓN-123	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%

#	POZO	TIPO	VEG_SEC	HAS	PORCENTAJE
26	BARCODÓN-136	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
27	BARCODÓN-124	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2412	2,01%
27	BARCODÓN-124	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,0088	0,07%
28	BARCODÓN-137	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
29	BARCODÓN-133	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
30	BARCODÓN-129	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
31	BARCODÓN-104	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2179	1,82%
31	BARCODÓN-104	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,0321	0,27%
32	BARCODÓN-126	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
33	BARCODÓN-130	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
34	BARCODÓN-147	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
35	BARCODÓN-128	Pastizal cultivado	no aplicable	0,0916	0,76%
35	BARCODÓN-128	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,1584	1,32%
36	BARCODÓN-155	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
37	BARCODÓN-164	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
38	BARCODÓN-169	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
39	BARCODÓN-156	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
40	BARCODÓN-106	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
41	BARCODÓN-150	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
42	BARCODÓN-154	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
43	BARCODÓN-157	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
44	BARCODÓN-143D	Pastizal cultivado	no aplicable	0,0922	0,77%
44	BARCODÓN-143D	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,1578	1,31%
45	BARCODON-107D	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
46	BARCODÓN-142D	Pastizal cultivado	no aplicable	0,2500	2,08%
47	BARCODÓN-153D	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva	0,2500	2,08%
TOTAL				12,0000	100,00%

Fuente: INEGI 1992

Analizando el cuadro anterior tenemos que 12 ha son las que los CDM ocupan en el Área Contractual Barcodón lo que representa el 1,08% de las 1106.61 ha que es la superficie total de los diferentes tipos de vegetación presente en el Área Contractual Barcodón, de estas 12 hectáreas el 61.60% (7.39 ha) pertenecen a Pastizal y el 38,39% (4.607 ha) a Selva baja caducifolia / Vegetación secundaria arbustiva. (Grafica 8.3-2).



Grafica 8.3-2.- Superficie utilizada por los cuadros de maniobra en el Área Contractual Barcodón

Entonces con el ejercicio anterior podemos inferir que la fauna silvestre se ha visto afectada en cuanto a disminución y/o Transformación de hábitat (tipos de vegetación) en 1.08% de la superficie total del Área Contractual Barcodón tan solo con los CDM sin tomar en cuenta las obras asociadas (caminos Líneas de descarga etc.)

#### Afectación de corredores biológicos:

Actualmente, el nombre de “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques no protegidos, el manejo sostenible del bosque permite mantener la composición y estructura del ecosistema forestal conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies. El flujo de las especies estará relacionado al grado de modificación de los ecosistemas originales.

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos”.

Varios países, como Ecuador, Costa Rica, Brasil, Bután y España, entre otros, han diseñado e implementado corredores como una estrategia de conservación y una medida práctica para contrarrestar la pérdida de la biodiversidad. (<http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>)

Ante esta definición de lo que es un corredor Biológico proporcionada por la CONABIO en su portal de internet y para determinar si existe evidencias de pérdida de corredor biológico derivado de las actividades petroleras que actualmente se desarrollan en el Área Contractual Barcodón fue necesario lo siguiente:

1. Detectar los corredores biológicos presentes en México
2. Determinar si alguno de ellos tiene interacción con el Área Contractual Barcodón
3. En caso de que el inciso anterior sea afirmativo se deberá analizar si las actividades petroleras realizadas en el Área Contractual Barcodón influyen en la perdida de algún corredor Biológico.

Tomando en cuenta estos tres incisos se determinó la metodología a seguir para definir si existe perdida de corredores biológicos en el Área Contractual Barcodón por lo que primeramente se revisó información bibliográfica para detectar los corredores biológicos documentados para México.

En esa revisión se detectó una importante fuente de información plasmada en el “Informe final para definir áreas con potencial para el establecimiento de corredores biológicos priorizando la conectividad de ecosistemas con buenas condiciones de cobertura vegetal.” Elaborado por Jorge Carranza Sánchez y Karla Argelia Oceguera Salazar para el “Proyecto Mixteca”.

El Proyecto Mixteca fue creado por iniciativa y gestión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), a

través del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Este informe menciona la localización de seis corredores biológicos en México 1) Corredor Biológico Chichinautzin, 2) Corredor Sian Ka'an, 3) Corredor Biológico Mesoamericano, 4) Sistema Arrecifal Mesoamericano, 5) Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental (CESMO) y 6) Corredor Biocultural Centro Occidente. Algunos ya establecidos, otros en fase de proyecto, a continuación se reproducen fielmente lo que el informe refiere de estos corredores biológicos

### *1.1. Recopilación de ejemplos de corredores biológicos establecidos en México.*

*En México no existe mucha información sobre la creación y existencia de corredores biológicos, a pesar del acelerado incremento en las tasas de cambio y uso del suelo a través del tiempo, así como la creación de una serie de parches en el paisaje debido a la fragmentación del hábitat. En realidad, son pocos los estudios que se han publicado y están para consulta pública, la mayoría de la información disponible de corredores son propuestas de creación de los cuales muy pocos pueden ser consultados.*

*Es evidente la carencia de información y de estudios relevantes con los cuales se puedan diseñar programas de conservación en áreas donde se haya perdido la conectividad del paisaje. En los siguientes apartados se expondrán los estudios de corredores biológicos que se conocen en México los cuales se encuentran en diferentes fases de desarrollo, es decir, algunos ya están implementados (el caso del Corredor Biológico Chichinautzin, Corredor Biológico Mesoamericano), otros ya fueron concluidos los estudios (Corredor Calakmul-Sian Ka'an) y otros se encuentran en etapas iniciales o en desarrollo (Corredor Biocultural Centro Occidente, Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental).*

#### *1.1.1. Corredor Biológico Chichinautzin (CoBio Chichinautzin)*

*El corredor se encuentra ubicado en la sierra norte del estado de Morelos, en la región sur del Distrito Federal y al sureste del Estado de México. Fue decretado como Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) el 30 de noviembre de 1988 bajo la presidencia de Miguel de la Madrid, época en la cual se consideró prioritario establecer medidas preventivas que regularan el aprovechamiento integral y racional*

de los recursos naturales (DOF 198840). La categoría designada para CoBio Chichinautzin según la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (LGEEPA 201441) indica que las APFF “se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia”.

Se creó con el objeto de “conservar su belleza natural, regular el crecimiento urbano y la presión demográfica..., así como proteger sus cuencas hidrográficas y la planeación ordenada de las actividades productivas...”. Su creación fue una participación conjunta de los gobiernos del Estado de Morelos y de los Municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, así como de universidades como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y la Autónoma de Morelos (UAEM). Estos realizaron estudios e investigaciones sobre el área geográfica que comprende el sistema volcánico transversal, particularmente en la vertiente que se vincula a la depresión del Balsas y se ubica en el norte del Estado de Morelos.

A partir de dichos estudios se determinó que debido a su ubicación geográfica el área es considerada una zona importante de recarga de acuíferos, que presenta una alta diversidad de flora y asociaciones vegetales, y en cuanto a la fauna mencionan que se encuentran especies endémicas (20 especies de aves y una especie de mamífero de interés mundial- *Romerolagus diazi* comúnmente conocido como Teporingo) (DOF 198842).

Por lo anterior, se determinó la necesidad de administrar el uso sustentable de los recursos de la región, por lo cual la mejor alternativa para cumplir con esos objetivos fue la creación de un Corredor Biológico que formara parte de las ANP de carácter federal (actualmente son 176 áreas) y que integrara en su diseño a los Parques Nacionales (PN) Lagunas de Zempoala y El Tepozteco (decretados en 1947 y 1937

respectivamente), conformado con tres zonas núcleo (Chalchihuites, Chichinautzin-Quiahuistepéc y Las Mariposas) administradas por SEMARNAT (DOF 198843).

*El corredor biológico está conformado por una superficie decretada de 37, 302.40625 Ha bajo protección (DOF 198844). Se encuentra ubicado en la Sierra Norte del Estado de Morelos, se creó con la finalidad de establecer un corredor biológico que integrara a los PN Lagunas (4,790 Ha) de Zempoala y El Tepozteco (24,000 Ha); de esta forma la superficie total que protege el corredor es de 66, 092 Ha ([http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/chbc\\_spa.pdf](http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/chbc_spa.pdf)). Sin embargo, a diferencia de los PN cuyos objetivos se centraban fundamentalmente en la creación de áreas de recreo para la protección de suelos y bosques y la conservación del patrimonio natural y cultural de la región, los objetivos que dieron origen al Corredor Biológico Chichinautzin son de una mayor amplitud y precisión (Paz-Salinas 200545).*

*En el año 2000 CoBio Chichinautzin retoma la atención gubernamental que había sido olvidada desde la creación del decreto, ya que se incorpora al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y con ello, se reactivan las labores de conservación con los objetivos de conservar y generar un desarrollo sustentable. Después de la creación del decreto, poco se conoce acerca de su importancia y efectividad para proteger la biodiversidad, ya que a pesar que la administración del área protegida está trabajando, la zona ha sido frecuentemente afectada por la tala clandestina, extracción de tierra, incendios forestales, desmontes con fines agrícolas, pastoreo incontrolado, cacería furtiva, extracción de plantas y desmesurado crecimiento urbano (Arellano 201146).*

*De no tomar acciones inmediatas existe un alto riesgo de que el ANP fracase en sus objetivos de protección de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que brinda. El CoBio se crea con la intención de mantener la continuidad de los ecosistemas que se encuentran entre el PN Lagunas de Zempoala y el PN el Tepozteco y se concibe como un corredor por establecer la continuidad entre estos parque nacionales.*

*En general la CONANP ha establecido una estrategia para crear un concepto de corredores a través del establecimiento de ANP, por ejemplo Sian Ka'an-Uaymil-Arrecifes de Sian Ka'an, Monarca-Valle de Bravo-Nevado de Toluca, Maderas del Carmen-Ocampo-Cañón de Santa Elena, entre otros.*

*En este mismo sentido la CONANP con el apoyo de la GIZ se encuentra desarrollando el estudio técnico justificativo para el establecimiento de una nueva ANP en lo que ha sido denominado el Corredor Biológico del Bosque Mesófilo de Montaña (CBBMM) que abarca municipios de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz. El CBBMM surgió como una propuesta de creación de un ANP ya que en México este tipo de vegetación es considerado enormemente amenazado debido a su riqueza biológica. La CONABIO incluyó buena parte del área que se propone en el estudio dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) con el nombre de "Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental".*

#### **1.1.2. Corredor Sian Ka'an – Calakmul**

*Desde 1994 la asociación civil "Amigos de Sian Ka'an A.C." realizó estudios técnicos para el establecimiento del Corredor Calakmul-Sian Ka'an que, a su vez, se integra como un componente del Corredor Biológico Mesoamericano. El corredor conecta dos de las Reservas de la Biosfera (RB) más importantes del trópico mexicano, abarcando tres municipios de Quintana Roo (Tulum, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos) y uno en Campeche (Calakmul). Además comprende cuatro áreas focales: Carrillo Puerto y el área sur de José María Morelos en Quintana Roo, y La Montaña y Zoh-Laguna – Xpuhil en Campeche. Actualmente este corredor es una de las 18 áreas prioritarias en las que trabaja la Alianza WWF-Fundación Carlos Slim, que junto con el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, comunidades locales, líderes conservacionistas y organizaciones ambientalistas nacionales/internacionales, apoya desde el 2009 una Estrategia de Conservación de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable de México.*

*El área es uno de los sumideros de carbono más importantes, es un área clave de presencia de aves y mamíferos en peligro de extinción. El corredor también alberga importantes zonas arqueológicas mayas, la mayoría de ellas aún sin explorar, en realidad, no hay mucha información de este corredor aún. El*

*corredor, sin ser un ANP, representa un área importante para la conservación de la diversidad genética y biológica.*

#### *1.1.3. Corredor Biológico Mesoamericano*

*El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa de cooperación entre siete países centroamericanos (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) y México donde está presente en los estados del sureste de la República Mexicana (Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán), con la finalidad de llevar a cabo de forma coordinada, un conjunto de actividades dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la promoción del desarrollo humano sostenible en sus territorios (CCAD-PNUD/GEF 200247).*

*Inicialmente se llamó “Paseo Pantera” y tenía como objetivo mantener el hábitat del jaguar. También tenía como objetivo la protección de áreas importantes de conservación que se encuentran en los límites de los países, como es el caso de la Gran Selva Maya en Guatemala y la reserva de la Biosfera de Calakmul. El proyecto pretendía mantener el corredor en Centroamérica y cada país establecería estrategias de conservación, ya sea con el establecimiento de ANP o bien con estrategias de corredores, como es el caso.*

*La implementación del proyecto considera cuatro componentes: 1) Diseño y monitoreo participativo de los corredores con la definición, por parte de las comunidades, de los planes de conservación y uso sustentable de la biodiversidad; 2) Integración de los criterios de conservación de los corredores en los planes de desarrollo federal, estatal y municipal; 3) Fomento y apoyo a las prácticas del uso sustentable de la biodiversidad, y 4) Coordinación y gestión de las acciones comprendidas en el proyecto (Eccardi 200348, CONABIO 200849).*

*En México, el proyecto del CBM fue aprobado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility-GEF por sus siglas en inglés) a través del Banco Mundial como agencia de implementación del GEF el día 30 de noviembre del 2000 y entró en efectividad el 30 de enero del 2002. El proyecto es administrado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*

(CONABIO) e involucra a todos los sectores de la sociedad: gobiernos (federal, estatal y municipal); ONG's, organizaciones sociales e iniciativa privada así como instituciones académicas.

En el territorio nacional se han implementado cinco corredores: dos en el estado de Chiapas (el primer corredor conecta tres ANP: El Triunfo, La Sepultura y Selva El Ocote; mientras que el segundo corredor conecta la Selva El Ocote con la Selva Lacandona); y tres en la península de Yucatán (dos de los cuales unen las RB Calakmul y las RB Sian Ka'an; y el restante - el corredor de la costa norte de Yucatán- que a su vez une a Celestún y a Ría Lagartos) (Eccardi 200350).

Actualmente, el CBM trabaja en siete corredores: 1. Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), 2. Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), 3. Calakmul - Sian Ka'an (Campeche - Quintana Roo), 4. Costa Norte de Yucatán (Yucatán), 5. Pantanos de Centla - Cañón del Usumacinta (Tabasco y Chiapas), 6. Sierra de Tabasco y 7) Humedales Costeros - Sierra de Huimanguillo (estos dos últimos en Tabasco) (Boletín de Prensa CONABIO 201151).

El diseño de los corredores involucraba conectar varias ANP, proponiendo de esta forma un sistema de nodos y conectores. Los nodos estarían constituidos por una o varias ANP que conformarían una unidad funcional bajo el régimen de protección legal, enlazadas mediante "conectores biológicos". El término "conector" se utilizó para designar varias estrategias de manejo, que se aplicarían en el espacio comprendido entre los nodos y que incluían: Hábitats de tránsito y respaldos altitudinales que mantuvieran las rutas migratorias de las especies; corredores riparios que provean de hábitat y/o permitan la migración de especies; regiones bajo manejo forestal sustentable y los agroecosistemas que provean el hábitat a las especies; unidades de administración de recursos naturales bajo manejo fragmentado que requieran de coordinación administrativa para su manejo; y ampliaciones de ANP existentes o la creación de nuevas ANP (CCAD-PNUD/GEF 200252).

El CBM tiene una extensión de 768,990 km<sup>2</sup>, en donde existen más de 60 tipos de vegetación y 30 ecoregiones, contiene entre el 8% de la biodiversidad del planeta, además de un alto grado de

*endemismo. La diversidad de flora es elevada: la flora de Norteamérica y de Sudamérica se encuentran y se traslanan en esta región, y a ellas se suman los taxones endémicos desarrollados.*

*La idea de conformar territorialmente corredores que vinculen las ANP contempla a cada corredor como un espacio donde la conservación de la biodiversidad y la valoración de sus servicios ambientales son la mayor prioridad y la alternativa para influir en el bienestar social. Es decir, este instrumento debe al mismo tiempo favorecer la conectividad biológica y elevar las condiciones de vida de la población: su orientación principal es la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad para tratar de evitar el cambio de uso del suelo que amenazan las ANP (CONABIO 200854).*

*Durante los años que ha operado, el Corredor Biológico Mesoamericano ha logrado que se le reconozca como un espacio plural y oportuno que fortalece la apropiación social de la biodiversidad.*

*Tiene representatividad local, estatal y federal, lo que le permite ser un referente para el uso y manejo de la biodiversidad (CONABIO 200855). Sin embargo, hay que retomar esfuerzos para tratar de aminorar las presiones a las que está sometido el corredor, tales como conflictos de tenencia de la tierra, cambios de uso del suelo, incendios forestales, ganadería extensiva, prácticas agrícolas con tecnologías inadecuadas, entre otros.*

#### **1.1.4. Sistema Arrecifal Mesoamericano**

*En el gobierno del presidente Ernesto Cedillo, se creó una iniciativa que tenía la intención de funcionar como un “corredor” y se conoce como el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), en donde se establecerían acciones de 4 países en una carta de entendimiento en lo que se llamó la Cumbre de Tulum, ya que en este sitio se realizó la reunión para la firma del documento. En donde los países establecerían estrategias para la conservación del SAM.*

*El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) Es un ecosistema extenso y complejo, con alta biodiversidad, que se extiende entre los países de Belice, Guatemala, Honduras y México. El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), se extiende desde el noreste de la Península de Yucatán en México, continuando*

*por Belice y Guatemala hasta las Islas de la Bahía en Honduras. Es la segunda barrera arrecifal más larga del mundo. Tiene aproximadamente 1,000 km de largo.*

*Aproximadamente 1 millón de personas de múltiples orígenes sociales y étnicos se benefician de estos valiosos recursos a través de actividades relacionadas con la pesca, el turismo y el desarrollo costero, entre otras. Dichas actividades continúan aumentando en la región, poniendo diversos niveles de presión en los ecosistemas naturales en el SAM, que incluyen: arrecifes de coral y sus ecosistemas asociados.*

*El objetivo del SAM es el de mejorar la protección de los vulnerables y únicos ecosistemas marinos que comprenden el SAM, y apoyar a los países de México, Belice, Guatemala y Honduras para que refuerzen y coordinen políticas nacionales, reglamentos y acuerdos institucionales para la conservación y uso sostenible de este recurso público global.*

#### **1.1.5. Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental (CESMO)**

*El CESMO surge a partir de que la CONANP buscaba incorporar el componente de cambio climático en las políticas y acciones de las ANP en México tratándose de enfocar en la implementación de medidas orientadas a la conservación y al uso sustentable de los ecosistemas que se enmarcan en el territorio de las ANP. Por lo tanto, mediante el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (PACC-CESMO), se buscaba encaminar las acciones hacia la conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y especies prioritarias, así como a mejorar las condiciones de vida de las comunidades humanas presentes en las ANP.*

*El corredor cuenta con aproximadamente 2 millones y medio de hectáreas en los estados de Hidalgo, Querétaro, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. El diseño del corredor incluye tres ANP federales y un proyecto de decreto para nueva áreas: Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (SLP), Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (SLP), Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (Puebla) y, el proyecto Corredor Biológico del Bosque Mesófilo de Montaña en Hidalgo, Veracruz y Puebla (CONANP-GIZ 201356).*

Por su altitud (100-2700 msnm) y tipos de clima (desde los cálidos húmedos, hasta los templados secos), el CESMO posee altos niveles de diversidad, riqueza y endemismos de especies vegetales y animales; así como una gran riqueza cultural. Se menciona que el área cuenta con ecosistemas prioritarios como la selva baja caducifolia, el bosque templado y el bosque mesófilo de montaña, que además de proteger las cuencas hidrográficas de las montañas, es hábitat de un sin número de especies de animales y plantas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Dichos ecosistemas proporcionan servicios ambientales que generan beneficios a las comunidades. Dentro de estos servicios se destacan el suministro de alimentos, forraje y productos forestales, la provisión de agua dulce apta para consumo, el almacenamiento de CO<sub>2</sub> y la provisión de espacios para la recreación.

Debido a los procesos de fragmentación y pérdida de conectividad, los actores que llevaron a cabo el estudio consideraron una serie de índices y métricas del paisaje que permitieron cuantificar los patrones en el paisaje, vinculados con procesos ecológicos. Para el diseño del corredor hicieron un análisis de conectividad ecológica (mediante el uso de un Índice Integral de Conectividad- IIC para cinco tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, bosque templado, selva baja caducifolia, selva mediana y alta, y matorrales), y un índice de fragmentación de forma que toda la región fue clasificada de acuerdo a una escala de tendencia baja, media, alta y muy alta.

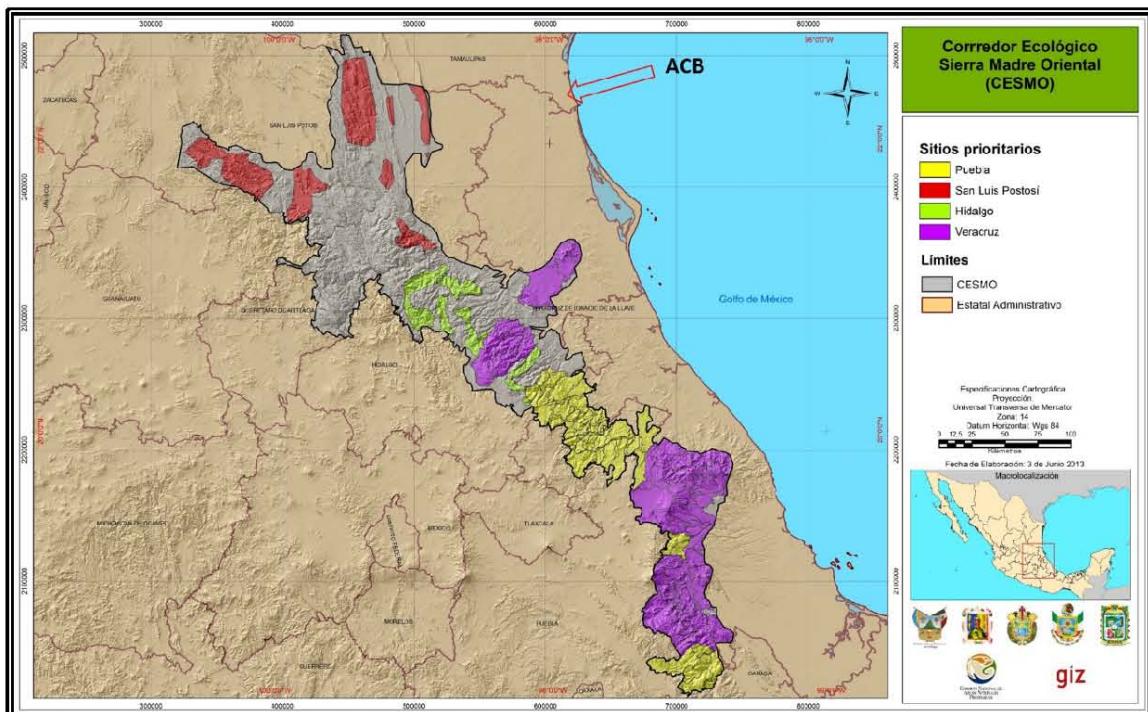
Algunos de sus resultados, expuestos en el documento, mencionan que para el caso del Bosque Mesófilo de Montaña, la mayor conectividad parece estar en la zona sur del corredor (en el estado de Puebla y el sur del estado de Hidalgo); para los bosques templados encontraron una conectividad más alta en la zona centro (sur del estado de SLP y norte del estado de Hidalgo); mismo caso para las selvas medianas y altas; mientras que para la vegetación de matorral, la mayor conectividad se encontraba en el centro-norte del polígono propuesto. Mencionan que sus resultados confirman la relevancia del análisis de paisaje para establecer las medidas de adaptación y mitigación que permitan incrementar de resiliencia en zonas específicas (CONANP-GIZ 201357).

#### 1.1.6. Corredor Biocultural Centro Occidente

*Esta propuesta de corredor surgió a partir de los festejos de la Semana Nacional por la Conservación en el año 2012. En esa ocasión, la CONANP firmó un acuerdo para el diseño de dicho corredor con el objetivo de la conservación y preservación de la riqueza cultural de la región.*

*El corredor involucraría esfuerzos y actores de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas. Dichos estados se comprometieron a realizar acciones para la conservación, manejo sustentable y educación ambiental de los ecosistemas en sus respectivos estados. Este proyecto es muy reciente y se espera que continúe el desarrollo del mismo.*

De los seis corredores biológicos aquí mencionados se determinó que únicamente el Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental (CESMO) tiene interacción con el estado de Tamaulipas y por ende pudiera también interactuar con la superficie del Área Contractual Barcodón. Sin embargo al revisar la información oficial actual del proyecto se determinó que este corredor biológico no interactúa actualmente con Tamaulipas ...”*El Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO) comprende más de cuatro millones de hectáreas en 273 municipios de la Sierra Madre Oriental, entre los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz,”...* (SAGARPA, 2015) también se presenta la poligonal del CESMO donde se puede verificar precisamente que no comprende territorio Tamaulipeco (Figura 8.3-7).



**Figura 8.3-7.-** Poligonal del CESMO donde se puede observar que no tiene interacción con el Área Contractual Barcodón

Una vez analizado lo anterior es posible afirmar que las actividades petroleras que se llevan a cabo en el Área Contractual Barcodón no han originado la reducción de correderos biológicos en México.

#### **8.4 Registro y Descripción de Pasivos Ambientales (Daños Preexistentes)**

El consumo de las sociedades contemporáneas de los combustibles fósiles ha resultado perjudicial desde el punto de vista ecológico, además de que es económicamente costoso y con muchas prácticas innecesarias, lo que implica un desafío y una oportunidad para mejorar y limpiar el camino hacia la eficiencia energética. Las afectaciones en el suelo van desde la exploración y explotación de pozos petroleros hasta la ocurrencia de siniestros, los cuales pueden suceder en cualquier parte del ecosistema, terrestre o acuático, que dan por resultado daños ecológicos, causando efectos nocivos en la flora y fauna. Una afectación importante sucede cuando estos siniestros dañan suelos agrícolas, provocando un perjuicio económico y social debido a la inutilización de estos suelos para la producción de cultivos o ganadería.

Por un lado, la contaminación del suelo por hidrocarburos afecta la flora, fauna y microorganismos del suelo (Madigan et al., 1999), la fertilidad de los suelos, el crecimiento de las plantas, así como la existencia y sobrevivencia de los animales que se alimentan de éstas. Además, también puede haber una afectación en el ámbito social que incluye los sistemas de producción, la salud, la economía y las formas de vida de las poblaciones, debido a los efectos de estos compuestos, los cuales son tóxicos para los humanos (mutagénicos y carcinogénicos) y para los seres vivos en sus diversas formas (microflora, mesofauna y fauna).

En México existen diferentes fuentes generadoras de contaminación por hidrocarburos. Si tomamos en cuenta el volumen total de hidrocarburos que se manejan en sus diferentes actividades, en México se tienen tres principales generadores: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Ferrocarriles Nacionales de México (FNM). Se estima que en los últimos 20 años han provocado pérdidas por más de 50 mil millones de dólares, con mayor impacto en el aspecto ambiental y agrícola. Este tipo de compuestos se acumulan en ecosistemas marinos y terrestres, siendo responsables del deterioro de algunos suelos contaminados. La contaminación del suelo y el agua ha venido en aumento como resultado de las malas prácticas en la explotación, refinación, distribución, mantenimiento y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados.

La evaluación de un sitio se puede definir como la secuencia planeada y organizada de actividades llevadas a cabo para determinar la naturaleza y distribución de contaminantes sobre y debajo de la superficie del sitio que se ha identificado como potencialmente contaminado. El propósito de la evaluación de un sitio es:

- a) determinar si existe o no liberación de sustancias peligrosas al ambiente, a las personas o a las instalaciones;
- b) identificar y establecer la distribución y concentración de los contaminantes presentes.

A raíz de la entrada de la reforma energética en nuestro país, se han realizado diferentes cambios en los órganos gubernamentales que anteriormente se encargaban de regular y supervisar la seguridad industrial y la protección del medio ambiente en el sector de hidrocarburos, el cual está a cargo ahora la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (por sus siglas ASEA), donde este órgano descentralizado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se encargará de diseñar normas con base en las mejores prácticas y estándares internacionales para proteger el medio ambiente de toda la cadena de valor del sector hidrocarburos en México. Todo ello a través de la emisión de los lineamientos, autorizando y supervisando los sistemas de gestión y prevención de riesgos operacionales y ambientales del sector petrolero.

El día 10 de Mayo del 2016 se llevó a cabo el contrato para la extracción de hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia CNH-R01-L03-A1/2015 entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y por la otra parte la compañía Diavaz Offshore S.A.P. de C.V. En ese mismo documento se estableció que el contratista deberá realizar los estudios que permitan establecer la Línea Base Ambiental, mismo que esta supervisada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Este documento tiene como fin, el cumplimiento de los lineamientos establecidos en el documento resolutivo No. ASEA/UGI/DGGEERC/0629/2016 con fecha del 23 de junio de 2016, emitido por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), en el que se da la Aceptación de la Propuesta de la Metodología para la elaboración de la Línea Base Ambiental del Área Contractual Numero 1 Campo Barcodón. En dicha propuesta se establecieron los trabajos para la evaluación de las condiciones del área contractual “Barcodón” localizado en el estado de Tamaulipas.

En términos generales, la metodología aceptada por la ASEA establece la forma en que se realizará la investigación que guarda el Área Contractual Número 1 Campo Barcodón.

Este apartado de Daños Preexistentes, fue integrado por tres etapas, en primera instancia se realizó la revisión de toda la información disponible generada durante la evaluación documental de las fuentes bibliográficas específicas del sitio y junto con la visita en campo mediante la cual se inspeccionó el Área Contractual Número 1 Campo Barcodón, se colectaron y analizaron aquellos indicios con los cuales pudimos identificar sitios potencialmente contaminados; posteriormente con esta información desarrollamos los planes de trabajo de la aplicación de los métodos indirectos y los con la interpretación de estos métodos, logramos establecer un plan de muestreo representativo de cada sitio, apegado a la normatividad vigente, con la finalidad de obtener mediante resultados analíticos de los muestreos propuestos, aquellos pasivos ambientales presentes en el Campo Barcodón.

#### **8.4.1 Primer Etapa de Trabajo – Evaluación Documental e Histórica**

Para la identificación de daños existentes en el área contractual la metodología empleada se dividió en dos grandes fases, la primera fue la investigación histórica que comprendió consultas ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para obtener los vértices del polígono oficial del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón y el listado de su infraestructura existente, dependencias gubernamentales (actas de inspección, denuncias, gravámenes, entre otros), referencias bibliográficas referentes al área contractual Barcodón, noticias de impactos al ambiente dentro y fuera del área (en el paso de los años), revisión histórica de imágenes satelitales y entrevistas de los propietarios de los predios donde se ubica el campo, tomando en cuenta planos oficiales de INEGI, CONAGUA, SEMARNAT, en los cuales se obtuvo pendientes naturales, cuerpos de agua cercanos, uso de suelo, necesarios para llevar a cabo inspecciones programadas en campo, sin obtener información específica de impactos al ambiente; la segunda fase se enfocó en confirmar e inspeccionar toda aquella información recopilada referente a pasivos ambientales y además se tomó en cuenta toda la infraestructura presente en el campo para realizar recorridos e inspecciones en la búsqueda de indicios característicos de áreas contaminadas, las cuales fueron catalogadas como áreas potencialmente contaminadas cuando presentaron algún indicio.

La información recopilada se clasificó de la siguiente manera:

- Imágenes Históricas Satelitales.- Con el uso de la herramienta Google Earth Pro se obtuvieron las imágenes históricas del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón las cuales fueron procesadas en un sistema de información geográfico (ArcGis versión 10.3). Con este software se realizó un mosaico de imágenes a partir de una cuadricula, la cual se genera mediante la herramienta “Create Fishnet”, esta herramienta permitió seccionar el área de estudio en isocuadrantes con un área cada uno de 228.57 Has. Una vez obtenidas las imágenes se procedió a una configuración multiespectral de bandas con la cual se definió a través de texturas y colorimetrías los cuerpos de agua, ausencia de coberturas vegetales, así como zonas impactadas por hidrocarburo, definiendo cuales de éstas fueron objeto de estudio en las inspecciones de campo. Mediante el análisis de imágenes satelitales se detectaron caminos de acceso, asentamientos humanos, usos de suelo, infraestructura ajena a la petrolera dentro y fuera del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón, así como los cuerpos de agua dentro del área y en zonas aledañas a esta, siendo los cuerpos de agua un objetivo a inspeccionar en campo con la finalidad de reconocer algún posible impacto generado en el área.
- Solicitud de Información Histórica.- Previo a los recorridos en campo se llevó a cabo la recopilación y análisis de toda la información ambiental, sectorial y social disponible por fuentes oficiales referentes al Área Contractual Número 1 Campo Barcodón y sus alrededores. Además se buscó ante instancias gubernamentales, estatales y municipales como: CONAGUA, PROFEPA, SEMARNAT, así como a Dirección de Protección Civil, Dirección de Obras Públicas, Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Altamira; donde se realizó la solicitud de manera escrita de toda aquella información referente a pasivos ambientales provenientes de las actividades petroleras y no petroleras realizadas en la zona, siendo esta información la de mayor importancia y relevancia. El oficio se elaboró con la siguiente información:
  - Destinatario con su cargo y dependencia a la que pertenece
  - Características generales de los contratos entre Diavaz Offshore-Universidad y Diavaz Offshore –CNH.
  - Objetivo a cumplir con este oficio.
  - Descripción de la información solicitada.

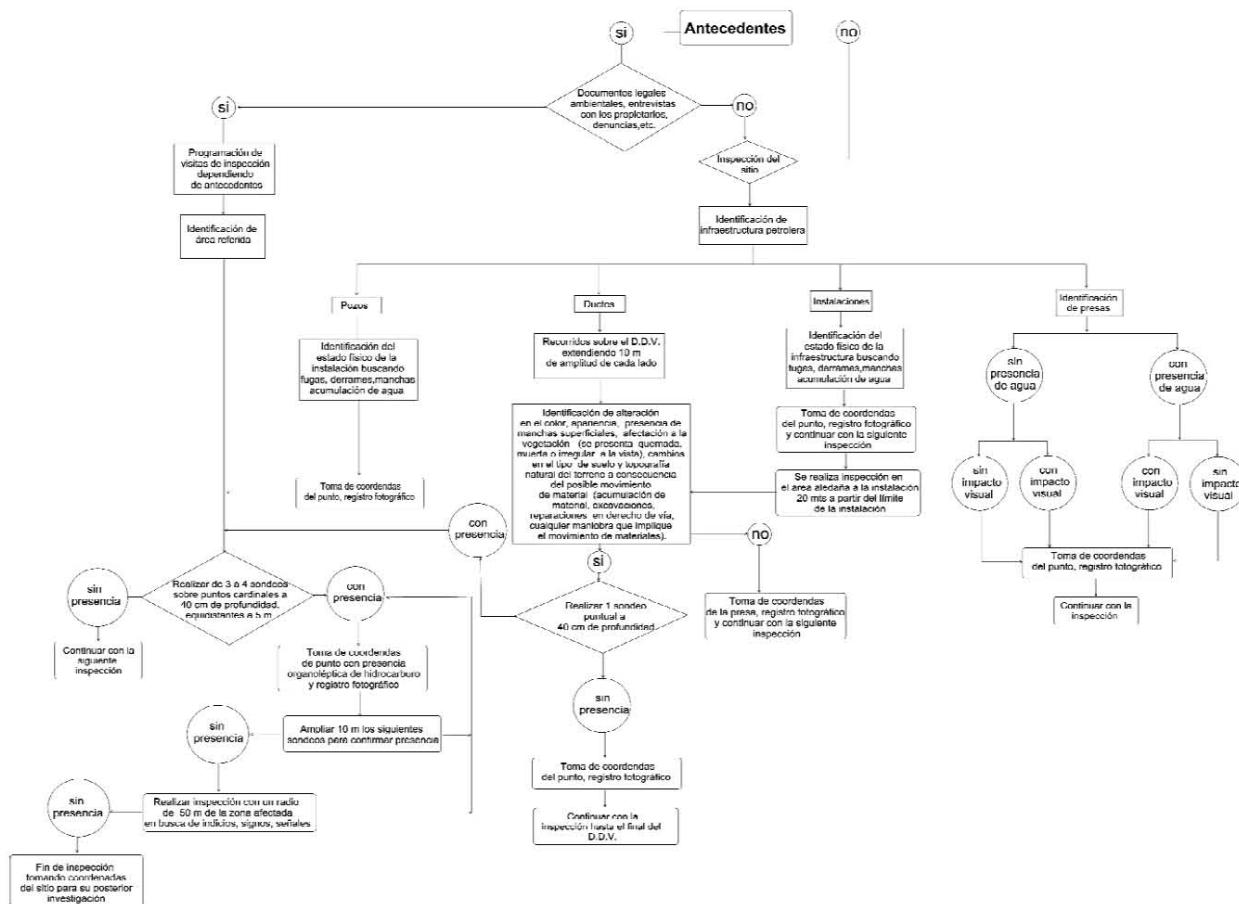
- Mapa de la ubicación del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón
- Firma del Residente del Apartado de Daños Preexistentes.
- Entrevistas a los propietarios.- El objetivo fue recopilar información a través de encuestas sobre las áreas donde ocurrió un impacto al suelo y/o agua, proveniente de la actividad petrolera que se realiza en el área contractual, identificando zonas posiblemente contaminadas cercanas a la infraestructura petrolera del campo así como también aquellas zonas impactadas que no tengan relación alguna con la infraestructura anteriormente mencionada. La información obtenida a partir de éstas encuestas se consideró como posibles sitios potencialmente contaminados debido a que se tiene un testimonio directo del potencial del impacto realizado al ambiente y automáticamente será objeto de estudio por métodos indirectos. La encuesta se integró con 3 apartados los cuales contienen:
  - Apartado 1.- Datos del encuestador, esta sección se refiere principalmente a aquella información que le corresponde llenar a la persona que elabora la entrevista, en este caso personal de la brigada de Daños Preexistentes de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, así como, nombre del Área Contractual, Municipio, Localidad, Hora, Fecha y Estado.
  - Apartado 2.- Generalidades, en este apartado se consideran datos importantes al encuestado como la localización del evento, el nombre del encuestado, el nombre del predio, uso de suelo predominante en su predio, dimensiones aproximadas del predio, instalaciones presentes en caso de existir y número de eventos registrados dentro del predio.
  - Apartado 3.- Eventos históricos, la finalidad de este apartado es recopilar de viva voz de los propietarios cada evento suscitado en su predio, de manera específica para cada evento se obtendrán datos como fecha del evento, dimensiones del evento, partes involucradas, si fue atendido o no, si existió alguna extracción del material, causas del evento, tiempo aproximado de atención y descripción de los hechos.
- Recorridos en campo.- Con base al inventario proporcionado por parte de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y corroborado mediante imágenes satelitales, se ubicó previamente la infraestructura petrolera del área contractual, así como sus accesos; con esta información se programaron los diferentes recorridos dentro del área apegados a la infraestructura petrolera existente, clasificándose en recorridos en pozos (incluye cuadro de maniobras), áreas aledañas al cuadro de maniobras (posibles presas de perforación), recorridos sobre el derecho de vía, recorridos a instalaciones (Estaciones), recorridos de inspección de antecedentes (una vez capturadas las entrevistas con los propietarios de los predios, se buscaban los puntos de derrames mencionados y se procedía a realizar



la búsqueda de indicios) y por último se realizaron recorridos en el resto del Área Contractual así como las zonas aledañas a éste. El objetivo de los recorridos, fue el de encontrar la mayor cantidad de indicios, que pudieran considerarse para definir un área, como un sitio potencialmente contaminado. Las principales características de los indicios o señales que ayudan a clasificar a un sitio como potencialmente contaminado se encuentran relacionados con el aprovechamiento del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón, donde en particular, se buscan impactos generados por la actividad petrolera (extracción de aceite y gas). Los principales indicios que se buscan en los componentes naturales que integran el medio son:

- Suelo.- Los indicios que podemos encontrar en este componente, pueden identificarse de manera visual o sensorialmente. De manera visual se busca detectar la presencia del contaminante por la alteración en el color, apariencia, presencia de manchas superficiales, afectación a la vegetación (se presenta quemada, muerta o irregular en el paisaje), cambios en el tipo de suelo y topografía natural del terreno a consecuencia del posible movimiento de material (acumulación de material, excavaciones, reparaciones en derecho de vía, cualquier maniobra que implique el movimiento de materiales). En el caso de los indicios sensoriales se incluyen el olor (detectando cualquier olor extraño) y la textura (la presencia de cualquier sustancia que la modifique principalmente aceitosa).
- Agua.- Se puede sospechar la posible contaminación de agua, cuando se detecta visualmente precipitados de óxidos (apariencia rojiza y/o blancuzca), manchas de grasa, iridiscencia, turbidez, olor, sensación aceitosa y colores ajenos a las características normales del agua, además de que la vegetación alrededor del cuerpo de agua podría encontrarse quemada y/o manchada; también es muy importante observar si se presentan organismos acuáticos muertos dentro y fuera del agua, como por ejemplo peces, anfibios, reptiles e inclusive aves.
- Aire.- Se realiza la búsqueda de la emanación de gases provenientes de las actividades que se realizan dentro del área contractual en el subsuelo principalmente, detectadas de primera instancia por el cambio de olor característico de la zona.

La presencia de cualquiera de estos indicios en los componentes anteriormente mencionados dieron como resultado, el considerar la zona como un sitio potencialmente contaminado, el cual debe ser investigado con los métodos indirectos de acuerdo con la metodología aprobada por la ASEA. Como resultado de las investigaciones documentales y en campo realizado, apegado a lo establecido en el Árbol de Toma de Decisiones, se definieron los sitios que serían objeto de estudios por métodos indirectos

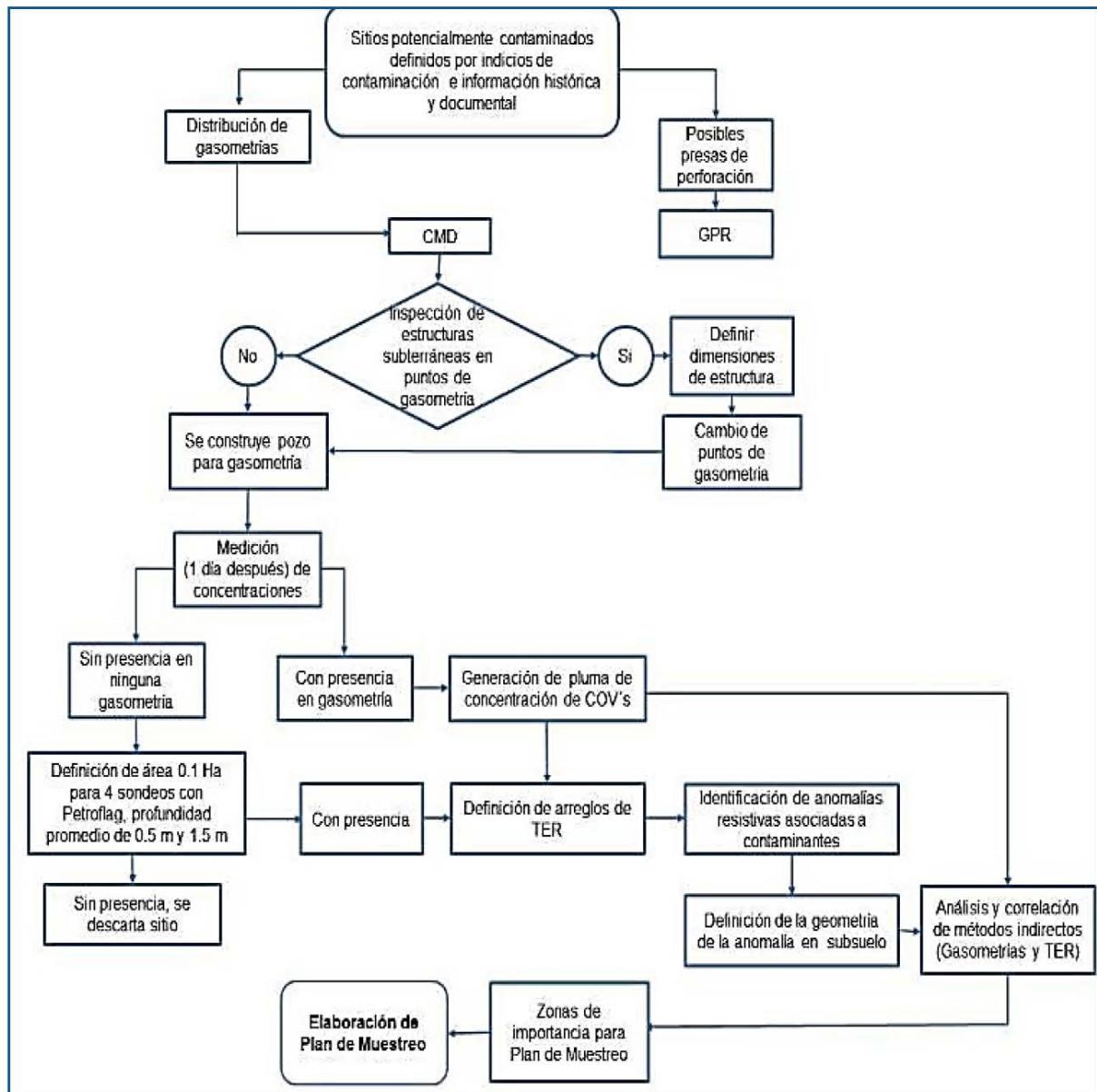


**Figura 8.4-1.- Árbol de toma de decisiones para los recorridos (ATDR)**

Mediante esta metodología aplicada se inspeccionaron 53 pozos, de los cuales 21 pozos presentaron indicios de zonas potencialmente contaminadas las cuales se ubicaron en su mayoría dentro del cuadro de maniobras del pozo, también se seleccionaron 3 sitios en derechos de vía y 1 sitio de grandes dimensiones en el área de la antigua Estación Baterías Barcodón. Mientras que en el caso de las presas de perforación se registraron 110 presas, de las cuales y de acuerdo al ATD se clasificaron dependiendo de las condiciones que presentaban; del total de las presas 3 fueron registradas con agua con impacto visual, 23 con agua sin impacto visual, 4 sin agua con impacto visual y 80 sin agua sin impacto visual.

#### **8.4.2. Segunda etapa -Métodos Indirectos.**

De acuerdo a los sitios definidos como potencialmente contaminados, a través de la investigación histórica, documental y los recorridos de inspección durante la primera etapa de la evaluación de Daños preexistentes; se procedió a la evaluación de estos sitios mediante técnicas (Gasometrías, CMD, Georadar y Tomografía) conocidas como métodos indirectos. Lo anterior con base en la metodología establecida en el Árbol de Toma de Decisiones de los Métodos Indirectos, con la cual pudimos obtener un panorama más definido de la distribución espacial de los contaminantes, esto con la finalidad de que el conjunto de todos los datos recabados nos sirvan para crear un plan de muestreo dirigido sobre objetivos específicos y con esto obtener la mayor representatividad posible de las dimensiones y características de los contaminantes en el suelo, diferenciándolo de los valores naturales de fondo, por lo que la aplicación de esta metodología a los sitios potencialmente contaminados permitió corroborar si el sitio propuesto seguirá siendo objeto de estudio y proponer su Plan de Muestreo (PDM) de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que para el caso de los hidrocarburos es la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 mientras que para los metales pesados es la NMX-AA-132-SCFI-2006.



**Figura 8.1-2.-** Árbol de Toma de Decisiones de Métodos Indirectos

De acuerdo al ATDMI, el arranque de los trabajos inició con la identificación y búsqueda de tuberías u otra estructura inmersa en el subsuelo mediante el CMD. La importancia de este primer paso radicó en la seguridad durante el desempeño de actividades que lleven consigo la perforación de suelo tanto para el

personal que labora, los equipos utilizados y la infraestructura presente, como por ejemplo la perforación para la instalación de las gasometrías o la perforación a mayor profundidad para la toma de muestras. La aplicación de esta metodología electromagnética nos permitió obtener la ubicación de toda aquella estructura subterránea que se encontraba en el área y de esta manera asegurar que durante los trabajos de perforación que se realizaran de manera posterior no existiese instalación que pudiera ser dañada. Toda vez que no hay suficiente información de estructuras adicionales a las reportadas.

Posterior a la detección de estructuras en el subsuelo se procedió a realizar la instalación de pozos de gasometría; considerando el área en la cual se detectó la posible presencia de hidrocarburos (denominándola Sitio Potencialmente Contaminado de acuerdo a los resultados de los sondeos realizados en búsqueda de indicios en el área), el número de gasometrías a realizar en cada SPC identificado, se asoció de acuerdo al área proyectada del sitio con lo establecido en la Tabla 4 “Número Mínimo de Puntos de Muestreo de acuerdo con el área contaminada” de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Una vez realizadas las mediciones de las concentraciones de los Compuestos Orgánicos Volátiles, se procedió a procesar la información en el software ArcGis 10.2 mediante el cual obtuvimos un plano representativo de la distribución de las concentraciones, con lo que se proyectó la siguiente fase de prospección geofísica en todos aquellos puntos donde los valores de concentración de los Compuestos Orgánicos Volátiles presentaron valores por encima de los naturales de fondo. Ya identificados estos puntos, se analizaron las condiciones del sitio donde se localiza, sus valores de concentración, así como lo encontrado durante la ejecución de las gasometrías (si existió presencia de contaminantes, exceso de humedad). Para establecer los valores naturales de fondo, fue necesario ejecutar una gasometría alejado de la zona de influencia de la infraestructura presente en el sitio, esto con la finalidad de conocer valores naturales del suelo y poder llevar a cabo la comparativa entre los valores naturales y aquellos valores afectados por la presencia de contaminantes; en el caso de los hidrocarburos se esperaba un aumento en la concentración de COV's.

En el entendido de haber obtenido algún valor confirmatorio de la presencia de contaminantes por cualquiera de los métodos mencionados (gasometrías o Petroflag), se procedió a la ejecución de las Tomografías

Eléctrico Resistivas (TER), con el objetivo de determinar las variaciones de resistividad del subsuelo, traduciéndose estos registros en términos geológicos. Las clasificaciones de estos valores resistivos se encuentran en función de la naturaleza y composición de los estratos, la textura, porosidad, contenido en fluidos que condicionarán la existencia de una mayor o menor concentración de iones. A mayor movilidad de estos iones se registra una mayor conductividad o, para el caso del registro tomográfico una menor resistividad. Con ayuda de los resultados obtenidos de la dispersión de las plumas de COV's o de los resultados obtenidos en el caso de haber realizado análisis de TPH's con Petroflag, se procedió a orientar la ubicación de las líneas de TER's de acuerdo a aquellos valores altos registrados, sin dejar de tomar en cuenta los valores cercanos a los naturales de fondo.

A la par de la ejecución de las líneas de TER, la Universidad realizó también sondeos exploratorios a una profundidad de 3 m, haciendo un registro de los materiales conforme se perforaba el sondeo, esta información obtenida es correlacionada con las resistividades de las TER's y nos sirvió para obtener un grado de confianza aún mayor en la definición de las condiciones del terreno e identificación de anomalías resistivas que nos indicaran la presencia de contaminantes.

Es así como la selección de valores de alta, mediana y baja resistividad se asignaron a los materiales encontrados en subsuelo, variando para cada sitio de acuerdo a su estratigrafía. Una vez definidos los rangos resistivos se buscaron anomalías asociadas a la presencia de materiales que no pertenecieran al sustrato, por ejemplo, para el caso de derrames por hidrocarburo se esperaba encontrar valores anómalos resistivos en un medio donde la continuidad mantuviera una concordancia de lecturas similares. Una vez desarrolladas las actividades para la obtención de la información resistiva del medio a través de las TER, se llevaron a cabo el procesamiento de los datos por medio del Software RES2DINV y Surfer para la generación de los perfiles resistivos, asociando los rangos encontrados con la información geológica obtenida, con lo que se pudo determinar aquellos valores fuera de los rangos encontrados para los materiales del medio, fueron considerados como lecturas anómalas atribuibles a la presencia de contaminantes en subsuelo, con lo que se identificó la profundidad y extensión de dichas anomalías.

Por último se realizó la correlación entre los resultados de dispersión de concentración de vapores (COV's), con los resultados de los perfiles isoresistivos, el cruce de esta información mediante el programa ArcGis con ayuda de la herramienta de álgebra de mapas, obtuvimos aquellas zonas prioritarias a considerar para los puntos de muestreos, además nos permitió orientar el resto de los puntos hacia zonas donde considerábamos que existía la presencia de contaminantes, concluyendo en la construcción de plumas de contaminación una vez que se entreguen los resultados de los análisis de las muestras de suelo mediante un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

En el caso de las presas de perforación que se encontraron cercanas a los diferentes pozos, se realizó la prospección a través de la metodología electromagnética, estableciendo de manera transversal y longitudinal líneas de Georadar, mediante las cuales se definieron los espesores del relleno de las presas de perforación y la profundidad de la misma y de esta manera obtener un cálculo del volumen del material vertido en dichas presas. El muestreo fue referido a la NMX-AA-132-SCFI-2006 "MUESTREOS DE SUELO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y LA CUANTIFICACIÓN DE METALES Y METALOIDES Y MANEJO DE LA MUESTRA", ya que de acuerdo a los registros históricos, la presencia de presas de perforación indicaban los posibles vertimientos de lodos provenientes de la perforación, así como las mezclas de compuestos (metales como el Ba, Cd, Zn, Pb) para realizar la perforación de los pozos, siendo muy probable en estas áreas la presencia de metales en los rellenos.

Dentro del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón se llevaron a cabo trabajos de Métodos Indirectos dando cumplimiento al ATDMI. Estos trabajos se ejecutaron en 25 Sitios Potencialmente Contaminados, realizando los volúmenes tal cual se menciona en la Tabla 8.4-1.

**Tabla 8.4-1.-** Volumen ejecutado dentro del Área Contractual

Actividad	Ejecutado
Conductividad Electromagnética Multiprofundidad (CMD)	4,086 metros lineales
Gasometrías	300
Tomografía Eléctrico Resistiva	5,084 metros lineales
Georadar/Ground Penetrating Radar (gpr)	3,595 metros lineales

De estos volúmenes de métodos indirectos generados, posterior a su análisis, se generaron los planes de muestreo correspondientes a cada sitio estudiado. Con el objetivo de identificar la presencia de hidrocarburo dentro del A.C. Número 1 Campo Barcodón, se llevó a cabo una campaña de estudio geofísico, a través de las Tomografías eléctrico resistivas (TER's), distribuyendo un total de 110 líneas entre los 25 Sitios Potencialmente Contaminados (SPC). La aplicación de esta metodología, permite obtener un modelo en 2D de la distribución resistiva del subsuelo, que en conjunto con la información geológica, permitirán conocer los valores resistivos de los materiales en constituyentes del área.

En general, los valores encontrados corresponden a las respuestas resistivas para los materiales arcillosos, los cuales van desde los 0.50 Ohm\*m para el caso de las arcillas encontradas a mayor profundidad (a partir de los 5.00m) hasta los 2.5 Ohm\*m para la misma matriz arcillosa pero con presencia de agregados como rocas o arenas. Con esto, es posible definir aquellas zonas, donde se encuentre un rango resistivo fuera de los valores mencionados anteriormente, definiéndolo para el caso de este estudio como "anomalías resistivas", mismas que son consideradas para la toma de muestra de análisis de hidrocarburo.

Como ejemplo de esto, se presenta TER-11 del SPC-1-ZONA NORTE (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), en donde es posible observar los valores encontrados para los materiales constituyentes del subsuelo en tonalidad azul, los cuales presentan valores entre 0.60 y 2.5 Ohm\*m, mientras que las áreas sobre las cuales fueron ubicadas las tomas de muestra, presentan valores superiores a los 3.19 Ohm\*m. De acuerdo a los resultados analíticos, los cuales registraron en el caso del PH-43 para fracción ligera (269.30mg/kg), fracción media (3,016.80mg/kg) y fracción pesada (37,060.90 mg/kg) a 1.60m, y para el PH-44 en fracción ligera (209.30mg/kg), fracción media (870.40mg/kg) y fracción pesada (50,634.00mg/kg) a



0.60m de profundidad, es posible corroborar que dichas anomalías corresponden a la respuesta resistiva del material impactado con hidrocarburo, limitando de acuerdo al registro hasta los 2 m aproximadamente de profundidad.

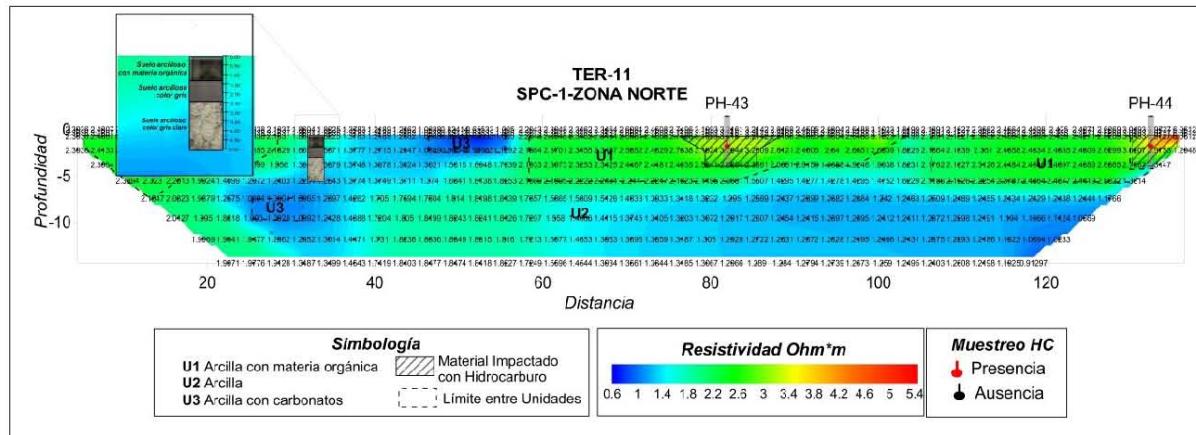


Figura 8.1-3.- TER-11 SPC-1-CB-ZONA NORTE Campo Barcodón

Con base en esto, es posible delimitar el área afectada mediante la creación de un modelo digital de interpolación de datos en dos dimensiones por medio del Software ArcGis 10.3 a partir de la información recabada durante la prospección geofísica (TER's) con lo que se podrá cuantificar el volumen de suelo afectado con un alto porcentaje de confiabilidad.

#### 8.4.3. Tercer Etapa – Identificación y cuantificación de Daños Preexistentes

De acuerdo a los Planes de Muestreo Propuestos (PDM) por el personal Técnico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en el Área Contractual Número 1 del Campo Barcodón, y de acuerdo a los resultados interpretados y plasmados en el segundo informe de resultados de los métodos indirectos, se ejecutaron los trabajos de perforación y toma de muestra de los 25 Sitios Potencialmente Contaminados (SPC) para la determinación de hidrocarburos (Anexo J). Mientras que en el caso de las 110 presas de perforación se



realizó la determinación de hidrocarburos y de metales pesados de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

**Tabla 8.4.2.-** Listado de Sitios Potencialmente Contaminados

SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS		SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS	
NO.POZO	ID	X	Y	NO.POZO	ID	X	Y
ZONA NORTE	SPC-1-ZONA NORTE	605977.65	2497475.29	B-169	SPC-33-CB-169	606586.00	2498749.92
B-132	SPC-2-CB-132	606593.59	2497599.30		SPC-138-169-PPP	603630.00	2493651.00
	SPC-88-132-PPP	605148.00	2496043.00		SPC-139-169-PPP	603597.00	2493599.00
	SPC-89-132-PPP	605115.00	2495991.00		SPC-140-169-PPP	603564.00	2493547.00
B-157	SPC-6-CB-157	605570.22	2494992.80	B-123	SPC-41-CB-123	606596.08	2497198.79
	SPC-158-157-PPP	603201.00	2492975.00		SPC-85-123-PPP	605247.00	2496199.00
	SPC-159-157-PPP	603168.00	2492923.00		SPC-86-123-PPP	605214.00	2496147.00
	SPC-160-157-PPP	603135.00	2492871.00		SPC-87-123-PPP	605181.00	2496095.00
	SPC-161-157-PPP	603102.00	2492819.00	B-137	SPC-43-CB-137	606946.90	2496602.10
B-131	SPC-8-CB-131	606591.53	2498001.21		SPC-98-137-PPP	604818.00	2495523.00
	SPC-110-131-PPP	604422.00	2494899.00		SPC-99-137-PPP	604785.00	2495471.00
B-150	SPC-10-CB-150	605567.76	2495393.30	D.D.V	SPC-100-137-PPP	604752.00	2495419.00
	SPC-172-150-PPP	602838.00	2492403.00		SPC-60-138-BATERIA	607121.22	2498512.16
	SPC-173-150-PPP	602805.00	2492351.00		SPC-61-154-BATERIA	605998.71	2495313.22
B-136	SPC-11-CB-136	606944.36	2497002.11	D.D.V	SPC-62-164-BATERIA	606410.01	2496286.92
	SPC-94-136-PPP	604950.00	2495731.00	B-102	SPC-65-102-PPP	605907.00	2497239.00
	SPC-95-136-PPP	604917.00	2495679.00		SPC-66-102-PPP	605874.00	2497187.00
	SPC-96-136-PPP	604884.00	2495627.00		SPC-67-102-PPP	605841.00	2497135.00
	SPC-97-136-PPP	604851.00	2495575.00	B-112	SPC-68-112-PPP	605808.00	2497083.00
B-161	SPC-12-CB-161	606289.43	2498586.50	B-135	SPC-90-135-PPP	605082.00	2495939.00
	SPC-122-161-PPP	604026.00	2494275.00		SPC-91-135-PPP	605049.00	2495887.00
B-163	SPC-13-CB-163	605550.92	2498195.90		SPC-92-135-PPP	605016.00	2495835.00
	SPC-131-163-PPP	603861.00	2494015.00		SPC-93-135-PPP	604983.00	2495783.00
	SPC-132-163-PPP	603828.00	2493963.00	B-142D	SPC-101-142D-PPP	604719.00	2495367.00
B-124	SPC-14-CB-124	606599.46	2496799.93		SPC-102-142D-PPP	604686.00	2495315.00
	SPC-69-124-PPP	605775.00	2497031.00	B-146	SPC-103-146-PPP	604653.00	2495263.00
	SPC-70-124-PPP	605742.00	2496979.00	B-147	SPC-104-147-PPP	604620.00	2495211.00



SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS		SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS	
NO.POZO	ID	X	Y	NO.POZO	ID	X	Y
B-121	SPC-71-124-PPP	605709.00	2496927.00	B-107D	SPC-105-147-PPP	604587.00	2495159.00
	SPC-72-124-PPP	605676.00	2496875.00		SPC-106-147-PPP	604554.00	2495107.00
	SPC-73-124-PPP	605643.00	2496823.00		SPC-107-147-PPP	604521.00	2495055.00
B-164	SPC-17-CB-121	606245.33	2497798.31	B-134	SPC-108-107D-PPP	604488.00	2495003.00
	SPC-83-121-PPP	605313.00	2496303.00		SPC-109-107D-PPP	604455.00	2494951.00
	SPC-84-121-PPP	605280.00	2496251.00	B-140	SPC-111-134-PPP	604389.00	2494847.00
B-110	SPC-18-CB-164	606606.59	2495999.36	B-145	SPC-112-134-PPP	604356.00	2494795.00
	SPC-162-164-PPP	603069.00	2492767.00		SPC-113-140-PPP	604323.00	2494743.00
	SPC-163-164-PPP	603036.00	2492715.00	B-138	SPC-114-138-PPP	604290.00	2494691.00
	SPC-164-164-PPP	603003.00	2492663.00	B-141	SPC-115-141-PPP	604257.00	2494639.00
B-129	SPC-19-CB-110	605871.86	2496796.23	B-159	SPC-116-145-PPP	604224.00	2494587.00
	SPC-181-110-PPP	602541.00	2491935.00		SPC-117-145-PPP	604191.00	2494535.00
B-108	SPC-20-CB-129	606220.34	2496584.48	B-160	SPC-118-159-PPP	604158.00	2494483.00
	SPC-76-129-PPP	605544.00	2496667.00		SPC-119-159-PPP	604125.00	2494431.00
	SPC-77-129-PPP	605511.00	2496615.00	B-119	SPC-120-160-PPP	604092.00	2494379.00
	SPC-78-129-PPP	605478.00	2496563.00		SPC-121-160-PPP	604059.00	2494327.00
	SPC-79-129-PPP	605445.00	2496511.00	B-162	SPC-127-119-PPP	603993.00	2494223.00
B-130	SPC-21-CB-108	606249.91	2497397.84		SPC-128-119-PPP	603960.00	2494171.00
	SPC-80-108-PPP	605412.00	2496459.00		SPC-129-162-PPP	603927.00	2494119.00
	SPC-81-108-PPP	605379.00	2496407.00		SPC-130-162-PPP	603894.00	2494067.00
	SPC-82-108-PPP	605346.00	2496355.00	B-111	SPC-133-111-PPP	603795.00	2493911.00
B-126	SPC-22-CB-130	606256.57	2496197.56		SPC-134-111-PPP	603762.00	2493859.00
	SPC-136-130-PPP	603696.00	2493755.00		SPC-135-111-PPP	603729.00	2493807.00
	SPC-137-130-PPP	603663.00	2493703.00	B-104	SPC-148-104-PPP	603531.00	2493495.00
	SPC-188-130-PPP	606209.00	2496235.00		SPC-149-104-PPP	603498.00	2493443.00
B-106	SPC-24-CB-126	605560.54	2496594.41	B-155	SPC-150-104-PPP	603465.00	2493391.00
	SPC-74-126-PPP	605610.00	2496771.00		SPC-153-155-PPP	603366.00	2493235.00
	SPC-75-126-PPP	605577.00	2496719.00		SPC-154-155-PPP	603333.00	2493183.00
B-128	SPC-26-CB-106	605913.73	2495595.89	B-156	SPC-155-156-PPP	603300.00	2493131.00
	SPC-170-106-PPP	602904.00	2492507.00		SPC-156-156-PPP	603267.00	2493079.00
	SPC-171-106-PPP	602871.00	2492455.00		SPC-157-156-PPP	603234.00	2493027.00
B-143D	SPC-27-CB-128	605911.02	2495995.51	B-143D	SPC-165-143D-PPP	602970.00	2492611.00
	SPC-175-128-PPP	602739.00	2492247.00		SPC-166-143D-PPP	602937.00	2492559.00
	SPC-176-128-PPP	602706.00	2492195.00	B-154	SPC-174-154-PPP	602772.00	2492299.00
	SPC-177-128-PPP	602673.00	2492143.00	B-144	SPC-180-144-PPP	602574.00	2491987.00



SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS		SITIO POTENCIALMENTE CONTAMINADO		COORDENADAS	
NO.POZO	ID	X	Y	NO.POZO	ID	X	Y
	SPC-178-128-PPP	602640.00	2492091.00	B-133	SPC-182-133-PPP	602508.00	2491883.00
	SPC-179-128-PPP	602607.00	2492039.00		SPC-183-133-PPP	602475.00	2491831.00
B-153D	SPC-29-CB-153D	605548.16	2495793.24		SPC-184-133-PPP	602442.00	2491779.00
	SPC-151-153D-PPP	603432.00	2493339.00	B-109	SPC-185-109-PPP	602409.00	2491727.00
	SPC-152-153D-PPP	603399.00	2493287.00		SPC-186-109-PPP	602376.00	2491675.00
					SPC-187-109-PPP	602343.00	2491623.00

En el A.C. Barcodón se tiene registrado como productos de la perforación y extracción de hidrocarburos, el aceite (petróleo crudo), esto de acuerdo a la tabla de *las Características de las Áreas Contractuales* de la ronda 1, emitida por la Secretaría de Energía (SENER); bajo esta información se estableció que los parámetros a analizar de las muestras obtenidas durante la ejecución del plan de muestreo son las Fracciones Pesada, Media y Ligera, así como los Hidrocarburos Específicos BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos) y HAP's (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos), ésta definición se da con base a lo establecido en la “*Tabla 1. Hidrocarburos que deberán analizarse en función de producto contaminante*” de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (*Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y especificaciones para la remediación*). Una vez establecidos los contaminantes a analizar en las muestras del suelo, fijamos de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, los valores máximos permisibles en suelo, para este caso nos referimos a la “*Tabla 2. Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo*”; la cual al pie, en la Nota 1, menciona textualmente que: *para usos de suelo mixto, deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrado*. En este caso en específico, el Área Contractual Barcodón presenta una gran influencia del Sector Agrícola/forestal además de las actividades de extracción de los hidrocarburos.



**Tabla 8.4-3.** Límites máximos permisibles para FRACCIÓN es de hidrocarburos en suelo

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2008
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2008
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

**Tabla 8.4-4.** Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

HIDROCARBUROS ESPECÍFICOS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Benceno	6	6	15	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Etilbenceno	10	10	25	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Benzo[a]pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Dibenzo[a,h]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[a]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[b]floranteno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[k]floranteno	8	8	80	NMX-AA-146-SCFI-2008
Indeno (1,2,3-cd)pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008

Los hidrocarburos son objeto de estudio en suelo, pero también dentro de las primeras investigaciones realizadas, se obtuvo que existía una amplia posibilidad de encontrar presencia de metales pesados, asociados a los procesos de perforación (lodos de perforación) empleados en las técnicas de construcción que se seguían en la época en la que fueron perforados los pozos de extracción de hidrocarburos. Con este dato, fueron identificadas las presas cercanas a los cuadros de maniobra de los Pozos, cuyo objetivo en la etapa de perforación era el de contener todos esas emulsiones necesarias para la ejecución de la actividad

y además para el acopio de recortes de perforación así como residuos de la extracción del hidrocarburo. Por lo que, de acuerdo a esta información, además de emplear la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, también se consideró el uso de las normas asociadas a los Metales Pesados que en este caso son:

- NMX-AA-132-SCFI-2006 (*Muestreo de Suelos para la Identificación y la Cuantificación de Metales y Metaloides, y Manejo de la Muestra*), de la cual establece la Tabla 1 “Muestreo Exploratorio” la cual señala el número de puntos a muestrear dependiendo del área del sitio en estudio.

**Tabla 8.4-5.-** Muestreo Exploratorio de la NMX-AA-132-SCFI-2006.

Superficie del sitio que se supone contaminado (Hectáreas)		Número mínimo de puntos de muestreo	Número mínimo de pozos verticales
De	A		
0.1	0.19	6	1
0.2	0.29	7	1
0.3	0.39	8	2
0.4	0.49	9	2
0.5	0.69	10	2
0.7	0.99	11	2
1	1.99	12	2
2	2.99	14	3
3	3.99	16	3
4	4.99	18	4
5	5.99	19	4
6	6.99	20	4
7	7.99	21	4
8	8.99	22	5
9	10.99	23	5
11	11.99	24	5
12	13.99	25	5
14	15.99	26	5
16	17.99	27	5
18	19.99	28	6
20	21.99	29	6
22	24.99	30	6



Superficie del sitio que se supone contaminado (Hectáreas)		Número mínimo de puntos de muestreo	Número mínimo de pozos verticales
De	A		
25	27.99	31	6
28	29.99	32	6

- En el caso de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (que *Establece Criterios para determinar las concentraciones de remediación de Suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio*), la cual establece en su “Tabla 1 Concentraciones de Referencia Totales (CRT) por Tipo de Uso de Suelo” las concentraciones de referencia totales de acuerdo al contaminante y al uso de suelo.

**Tabla 8.4-6.-** Concentración de referencia para metales de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

contaminante	Uso agrícola/ residencial/ comercial (mg/kg)	Uso industrial (mg/kg)
Arsénico	22	260
Bario	5 400	67 000
Berilio	150	1 900
Cadmio	37	450
Cromo Hexavalente	280	510
Mercurio	23	310
Níquel	1 600	20 000
Plata	390	5 100
Plomo	400	800
Selenio	390	5 100
Talio	5.2	67
Vanadio	78	1 000

**NOTA:**

a) En caso de que se presenten diversos usos del suelo en un sitio, debe considerarse el uso que predomine.

b) Cuando en los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano no estén establecidos en los usos del suelo, se usará el valor residencial.

La metodología empleada para la perforación y toma de muestra, consiste en el uso de una perforadora Power Probe 9780D montada en un camión de 5ton, el cual hace uso del método de empuje directo, donde se utiliza el hincado de barrenos de doble pared que tiene un diámetro exterior de 2 3/8" y un tubo interior desechable de PVC (liner) de 1 ½" de diámetro y una longitud de 0.6096m. Además cuenta con un martillo hidráulico de 350p/l de potencia y de alta frecuencia, el cual nos permite obtener muestras de suelo inalterado cumpliendo con los fines para la recopilación de la muestra para su envío al análisis de laboratorio. Paralelo con los trabajos de perforación, se realizó un registro en tiempo real de cada contacto litológico encontrado a profundidad el cual consiste en una breve descripción del material de la muestra, textura, color, contenido de materia orgánica, etc., así como indicios de contaminación. Después de recuperar la muestra, fue entregada al signatario por parte del laboratorio, tanto el signatario y el laboratorio son entes acreditados por la EMA y aprobados por PROFEPA. El signatario es el encargado de la preservación de la muestra hasta que esta llegue a las instalaciones de laboratorio para su posterior análisis, en este caso el medio de preservación fue mantenerlas a una temperatura de 4° C en hielo las cuales deberán ser analizadas antes de cumplir el tiempo máximo de conservación (14 días), como lo establece la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El propósito del análisis de suelo es determinar la distribución horizontal y vertical de los potenciales contaminantes en área de estudio. El diseño del muestreo fue basado en los resultados de la exploración geofísica dentro y fuera del área estudiada, fue recomendado para definir con precisión zonas críticas y de esa manera garantizar y cubrir en su totalidad el área afectada, la cual brinda mayor exactitud a las estimaciones de volumetría del suelo impactado, estos planes como se describió anteriormente sufrieron algunas modificaciones con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo de delimitar la presencia de los contaminantes en los suelos. Como se ha mencionado, las muestras colectadas en la ejecución de los planes de muestreo fueron enviadas al laboratorio Microanálisis S.A. de C.V. el cual cuenta con la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) así como la aprobación por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Para los 25 Sitios Potencialmente Contaminados, se establecieron como objetivos, la cuantificación de las fracciones: Ligera, Media, Pesada, BTEX y HAP's dando un total de 434 análisis para estos 25 sitios. Para el caso de los SPC ligados a las posibles presas de perforación (110 PPP) se cuantificaron las fracciones de hidrocarburo, dando un total de 577 análisis de hidrocarburos en las presas, en cuanto a los metales: Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel,



Plata, Plomo, Selenio, Talio y Vanadio, se analizaron 581 muestras, esto de acuerdo a lo establecido en la **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012** y **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004** respectivamente.

**Tabla 8.4.7.-** Relación de análisis ejecutados, Sitios Potencialmente Contaminados

Sitio Potencialmente Contaminado	Análisis de Hidrocarburo Fracción Ligera, Media, Pesada, BTEX y HAP's	Análisis de Metales Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio
25 SPC	434	0
110 PPP	577	581

La siguiente tabla, muestra las metodologías de análisis a utilizar, en el caso de los Hidrocarburos, estos métodos están referidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

**Tabla 8.4.8.-** Métodos analíticos para hidrocarburos

PRUEBA	NORMATIVIDAD	TECNICA	RESUMEN DEL METODO
Hidrocarburos fracción ligera	NMX-AA-105-SCFI-2014	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El análisis de Hidrocarburos Fracción Ligera cubre el intervalo de átomos de carbono de C5 a C10, en su mayoría compuestos volátiles
Hidrocarburos fracción media	NMX-AA-145-SCFI-2008	CROMATOGRAFIA DE GASES (FID)	Hidrocarburos Fracción Media cuyas moléculas cubran el intervalo de número de átomos de carbono de C10 a C28.
Hidrocarburos fracción pesada	NMX-AA-134-SCFI-2006	GRAVIMETRIA	Se evalúa una porción de muestra por separado para calcular el porcentaje de sólidos y el peso de la fracción seca es utilizado para calcular la concentración de HFP en peso seco.
HAPS	NMX-AA-146-SCFI-2008	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El método describe el análisis para determinar la concentración de hidrocarburos Aromático policíclicos (HAP) en extractos preparados a partir de muestras de suelo
BTEX	NMX-AA-141-SCFI-2014	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El método de concentraciones bajas de BTEX en suelos es aplicable al intervalo de 0,5 µg/kg a 200 µg/kg.

Para el caso de Metales y con base en el Apéndice Normativo B: Métodos Analíticos de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 en el cual tiene como objetivo establecer los procedimientos para la preparación de las muestras y los métodos analíticos para caracterizar los suelos de un sitio presuntamente contaminado por los elementos normados; se enlistan los métodos analíticos empleados para la determinación de

arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio, según sea el caso

- Método por espectrometría de absorción atómica
  - Por flama
  - Horno de grafito
  - Generador de hidruros y vapor frío
- Métodos analíticos por aspiración directa, generación de hidruros y vapor frío
  - Métodos analíticos por aspiración directa para Bario, Berilio, Cadmio, Níquel, Plata, Plomo, Talio, Vanadio
  - Métodos analíticos por horno de grafito para talio y vanadio
  - Métodos analíticos por generación de hidruros para arsénico y selenio
  - Método analítico por vapor frío para mercurio
- Método por espectrometría de emisión con plasma acoplado inductivamente
- Determinación colorimétrica de Cromo VI

Para el caso de las 110 PPP muestreadas en el Campo BARCODON (Anexo J), solo 33 sitios presentaron contaminación por un o hasta tres contaminantes, tales son los casos de los SPC-176-128-PPP con contaminación de fracción ligera y fracción pesada, el SPC-100-137-PPP presentó fracción media y fracción pesada, el SPC-150-104-PPP se identificó solo fracción pesada y en el caso del SPC-162-164-PPP está contaminada por fracción media, fracción pesada y vanadio, cabe mencionar que en esta última presa mencionada, se identificó material intemperizado en la etapa de perforación y toma de muestra en la mayor parte del interior de la presa.

En el proceso de cálculo de volúmenes e interpretación de resultados analíticos emitidos por el laboratorio destacan los sitios SPC-82-108-PPP con la mayor superficie y volumen de suelo contaminado por fracción pesada, siendo el área de 1000 m<sup>2</sup> y un volumen de 2,200 m<sup>3</sup> y el SPC-188-130-PPP con la menor área y volumen de material contaminado con 76.16 m<sup>2</sup> y 198.09 m<sup>3</sup>. Resalta también el contaminante más común



en cuanto a hidrocarburo, la fracción pesada y en referencia a metales el vanadio, presentándose solo un caso de contaminación por Bario.

**Tabla 8.4-9.- Áreas y volúmenes de suelo contaminado en presas**

SPC	AREA DE LA PRESA (M <sup>2</sup> )	CONTAMINANTE	ESPESOR PRESA (M)	VOLUMEN CONTAMINADO (M <sup>3</sup> )
SPC-176-128-PPP	333.31	FRACCIÓN LIGERA Y FRACCIÓN PESADA	1.80	599.96
SPC-177-128-PPP	182.03	FRACCION PESADA Y VANADIO	2.30	418.67
SPC-116-145-PPP	405.96	FRACCION PESADA	1.92	779.44
SPC-114-138-PPP	787.43	FRACCION PESADA	2.20	1,732.35
SPC-118-159-PPP	110.35	FRACCION PESADA	1.70	187.60
SPC-180-144-PPP	191.78	FRACCION PESADA	2.68	513.97
SPC-92-135-PPP	161.08	VANADIO	1.60	257.73
SPC-91-135-PPP	251.00	FRACCION PESADA	1.50	376.50
SPC-107-147-PPP	451.73	VANADIO	1.20	542.08
SPC-165-143D-PPP	905.85	FRACCION PESADA Y VANADIO	1.92	1,739.23
SPC-79-129-PPP	193.79	VANADIO	1.75	339.13
SPC-94-136-PPP	201.47	FRACCION PESADA	1.40	282.06
SPC-81-108-PPP	137.86	FRACCION MEDIA Y FRACCION PESADA	2.40	330.86
SPC-82-108-PPP	1,000.00	FRACCION PESADA	2.20	2,200.00
SPC-87-123-PPP	374.78	FRACCION MEDIA	2.60	974.43
SPC-100-137-PPP	134.82	FRACCION MEDIA Y FRACCION PESADA	2.00	269.64
SPC-134-111-PPP	248.62	FRACCION PESADA	1.92	477.35
SPC-150-104-PPP	149.36	FRACCION PESADA	2.61	389.83
SPC-186-109-PPP	545.31	FRACCION PESADA Y VANADIO	2.00	1,090.62
SPC-187-109-PPP	739.32	FRACCION PESADA	2.50	1,848.30
SPC-139-169-PPP	518.90	FRACCIO LIGERA Y FRACCION PESADA	1.70	882.13
SPC-66-102-PPP	819.51	FRACCION PESADA	2.30	1,884.87
SPC-68-112-PPP	667.50	FRACCION PESADA	2.20	1,468.50
SPC-127-119-PPP	256.72	FRACCION MEDIA Y FRACCION PESADA	1.90	487.77
SPC-128-119-PPP	380.15	FRACCION PESADA	1.80	684.27
SPC-172-150-PPP	655.64	FRACCION MEDIA, FRACCION PESADA Y BARIO	1.30	852.33



SPC	AREA DE LA PRESA (M2)	CONTAMINANTE	ESPESOR PRESA (M)	VOLUMEN CONTAMINADO (M3)
SPC-173-150-PPP	229.52	FRACCION LIGERA, FRACCION MEDIA Y FRACCION PESADA	1.10	252.47
SPC-161-157-PPP	213.80	FRACCION PESADA	2.30	491.74
SPC-162-164-PPP	737.45	FRACCION MEDIA, FRACCION PESADA Y VANADIO	2.30	1,696.14
SPC-163-164-PPP	477.42	FRACCION PESADA	2.12	1,012.13
SPC-137-130-PPP	193.61	VANADIO	2.32	449.18
SPC-188-130-PPP	76.16	FRACCION PESADA Y VANADIO	2.60	198.02
SPC-65-102-PPP	386.37	FRACCION PESADA	2.10	811.38

Una vez analizados los resultados de laboratorio de todas la muestras obtenidas en campo (Anexo J), se llevó a cabo el procesamiento de la información mediante el Software ArcMap 10.3, con el objetivo de representar de una manera gráfica, espacial, volumétrica y concisa la dispersión de las plumas de contaminación, considerando independientemente a cada contaminante enlistado en las normas (NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)

En total dentro del Campo Barcodón, se registraron 47 pasivos ambientales en el suelo, con contaminaciones predominantes de la fracción pesada, seguida por la ligera y en pocas ocasiones la fracción media; la zona con mayor volumen y extensión de contaminación, se encuentra en el sitio denominado Zona Norte, donde los procesos de transporte del contaminante se ven acelerados en las temporadas de lluvia, debido a que ésta área se encuentra rodeada por cuerpos de agua y presenta un nivel topográfico muy bajo (zona de fácil inundación), generando así, una modificación en la plumas de dispersión de los contaminantes. Los pasivos reportados, son plumas de cada contaminante, en ocasiones se pueden traslapar y efectuar procesos de remediación que sean útiles para una o más fracciones del hidrocarburo.

**Tabla 8.4-10.-** Áreas y volúmenes de suelo contaminado en SPC de Pozos, Líneas y Estaciones

SPC	CONTAMINANTE	PLUMA	PROFUNDIDAD(m)	AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
SPC-1-ZONA NTE CUADRANTE "A"	FRACCIÓN LIGERA	1	0.5	14,682.79	23,382.01
			1.5	10,874.02	
	FRACCIÓN MEDIA	2	0.5	8,427.77	9,974.56
			1.5	2,014.57	
			2	143.45	
	FRACCIÓN PESADA	3	0.5	19,418.25	31,107.34
			1.5	11,795.83	
			2	11,368.87	
SPC-1-ZONA NTE CUADRANTE "B"	FRACCIÓN LIGERA	4	0.5	11,765.15	22,023.04
			1.5	9,760.59	
			2	11,749.81	
		5	0.5	20,765.08	72,065.94
			1.5	20,273.71	
			2	19,090.08	
			3	13,293.96	
			4.5	4,914.83	
	6	0.5	8,418.64	8,425.14	
		1.5	7,774.30		
		2	5,438.52		
		3	293.91		



Continuación Tabla 8.4-10

SPC	CONTAMINANTE	PLUMA	PROFUNDIDAD(m)	AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	
SPC-1-ZONA NTE CUADRANTE "B"	FRACCION MEDIA	7	0.5	7,663.55	6,130.84	
		8	0.5	795.12	636.1	
		9	0.5	13,179.45	10,784.54	
			1.5	1,636.29		
	FRACCIÓN PESADA	10	0.5	47,682.50	97,372.95	
			1.5	40,446.28		
			2	23,113.62		
		11	3	2,525.67	1,734.87	
			0.5	1,138.17		
			1.5	745.87		
SPC-1-ZONA NTE CUADRANTE "C"	FRACCIÓN LIGERA	12	0.5	816.14	1,493.05	
			1.5	696.63		
			2	617.75		
	FRACCIÓN PESADA	13	0.5	1,934.10	2,563.79	
			1.5	684.12		
			2	466.41		
SPC-27-CB-128	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	1013.95	848.05	
		2	3.00	539.41	539.41	
	BTEX	3	3.00	1197.18	1197.18	
	FRACCIÓN PESADA	4	1.50	101.26	216.39	
SPC-8-CB-131	FRACCIÓN LIGERA	1	0.50	43.83	46.81	
	FRACCIÓN MEDIA	2		108.26	114.06	
	FRACCIÓN PESADA	3		152.17	161.44	
		4		79.29	83.15	
	MONTICULO	5	N/A	197.83	114.72	
SPC-17-CB-121	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	274.20	291.63	
			2.50	17.43		
	FRACCIÓN MEDIA	2	1.50	10.86	8.15	
	FRACCIÓN PESADA	3	1.50	93.70	96.49	
			2.50	5.58		
SPC-2-CB-132	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	887.43	1308.40	
				3332.78	4856.49	
	FRACCIÓN PESADA	3		913.64	1470.37	
				1097.37	1777.90	



Continuación Tabla 8.4-10

SPC	CONTAMINANTE	PLUMA	PROFUNDIDAD(m)	AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
SPC-22-CB-130	FRACCIÓN PESADA	1	0.50	2157.37	1836.36
			1.50	873.34	
SPC-18-CB-164	FRACCIÓN PESADA	1	1.5	261.57	480.56
SPC-19-CB-110	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	70.29	84.34
		2	3.00	97.74	117.29
SPC-14-CB-124	FRACCIÓN PESADA	1	1.50	361.04	502.52
SPC-13-CB-163	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	17.22	21.06
			2.00	5.06	
		2	1.50	72.21	89.1
			2.00	24.24	
	FRACCIÓN PESADA	3	1.50	6.42	7.7
			2.00	1.3	
		4	1.50	25.3	30.13
			2.00	4.16	
SPC-26-CB-106	FRACCIÓN MEDIA	1	0.50	635.57	550.795
			1.50	233.01	
	FRACCIÓN PESADA	2	0.50	1366.75	1434.455
			1.50	751.08	
	FRACCIÓN PESADA	3	1.50	24.42	19.536
SPC-24-CB-126	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	40.31	59.3
	FRACCIÓN PESADA	2	1.50	54.96	83.2
SPC-33-CB-169	FRACCIÓN LIGERA	1	1.50	2942.33	17,750.10
			3.00	5,128.77	
	FRACCIÓN MEDIA	2	1.50	3,663.72	13,648.17
			3.00	5,141.55	
	FRACCIÓN PESADA	3	1.50	4,649.39	31,484.71
			3.00	3,105.72	
			4.50	1,463.85	
			7.50	5,441.97	
SPC-62-164-BATERIA	FRACCIÓN PESADA	1	3.00	98.9	237.36

## CASO ESPECIAL BARCODÓN 113

Como parte complementaria de los trabajos, resalta el caso del Pozo Barcodón 113, en este sitio no se realizó ningún tipo de inspección a detalle ya que este se encuentra rodeado por agua.

Las limitantes encontradas para cada etapa del proyecto son las siguientes:

1. Durante la primer etapa de trabajos (recorridos e inspección) se presentó un caso especial, mismo que no se identificó en ningún otro lugar dentro del Área Contractual Número 1 Campo Barcodón. Dicho caso es perteneciente al Pozo Barcodón 113, este lugar se encuentra bajo el agua y rodeado por una densa vegetación. Por las causas mencionadas anteriormente se dificultó el acceso para realizar el primer diagnóstico, el cual consiste en una evaluación organoléptica del material extraído de sondeos manuales a una profundidad no mayor de 0.40m, ya que para ejecutar esta actividad era necesario el uso de una embarcación de aluminio de 10 pies de largo, esto debido a las condiciones que presentaba el sitio (tirantes de 1.50m, vegetación arbustiva por debajo del nivel de agua, troncos y sin acceso para la embarcación teniendo que cargarla todo el equipo para su colocación en el agua), poniendo en riesgo la integridad física del personal ante una volcadura por la mala estabilidad que presentan este tipo de embarcaciones aunado al tipo de trabajos que se iba a realizar, quedando vulnerables por la fauna nociva y la vegetación (algunos troncos por debajo del agua).
2. Para la segunda etapa relacionada con la aplicación de Métodos Indirectos se complicó aún más la situación, ya que de acuerdo al “Árbol de Toma de Decisiones de Métodos Indirectos” (ATDMI) propone los siguientes pasos:
  - El arranque de los trabajos inicia con la identificación y búsqueda de tuberías u otra estructura inmersa en el subsuelo mediante el CMD, la implementación de esta técnica no puede ser llevada a cabo en lugares con una superficie bajo el agua, ya que la alta conductividad de la provocaría resultados erróneos.
  - Posterior a la detección de estructuras en el subsuelo se procede a realizar la perforación de pozos de 2" de diámetro para instalar tubería de pvc interna, que servirá como contenedor

de los gases liberados por efecto de la degradación de los hidrocarburo, esta técnica es conocida como gasometría; en los sitios sobre saturados no existe esta liberación de gases por la presencia del agua, además que el perforar a 1.00m de profundidad se inyectaría agua y sedimentos que probablemente pudieran estar contaminados y migrarían hacia zonas más profundas, a esto se conoce como contaminación cruzada

- Como tercer actividad a desarrollar dentro del ATDMI está la implementación de la Tomografía Eléctrico Resistiva (TER), con el objetivo de determinar las variaciones de resistividad del subsuelo. Para llevar a cabo esta técnica es necesario el hincado de electros (varillas de acero inoxidable 30 cm de largo) teniendo contacto directo con la superficie del suelo para la inyección de corriente eléctrica, lo cual podría ocasionar una descarga y a su vez poner en riesgo la integridad física del personal debido a las características que presenta la zona, además considerando el 1.50m de columna de agua sería imposible hincar dichas varillas
- 3. Como tercer y última etapa tenemos la aplicación de Métodos Directos. Para la toma de muestra es necesario la aplicación de los métodos antes descritos, aunado a esto la presencia de agua en la zona no permite llevar a cabo perforaciones ya que en caso de existir algún contaminante este podría llevarse a mayores profundidades pudiendo ocasionar una contaminación cruzada. Además se imposibilita la entrada de la perforadora al terreno teniendo que hacer los trabajos de manera manual y a su vez exponer al personal a una caída al agua arriesgando así su integridad, debido a lo anteriormente descrito no fueron posible realizar los trabajos en esta zona

## 9 REFERENCIAS BARCODÓN

A.O. U. 1998. Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Lawrence, Kansas, 829 pp.

Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Zona Sur (2813), Estado de Tamaulipas. Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2015.

Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas CE-CCA-001/89, Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1989.

Aranda S., J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos.

Arita, H. T. y CONABIO. Sin fecha. Proyecto P075 "Escalas y la diversidad de Mamíferos de México. UNAM: <http://www.conabio.gob.mx/mamiferos/mamiferos3.pl>

Arita, H. T. y Ceballos, G. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Revista Mexicana de Mastozoología. Vol 2.

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

Arriaga, et al 2000. Regiones terrestres prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Bojorquez-Tapia; L.A; Escurra E; And García, O. 1998, Appraisal of Environmental Impacts and Mitigation Measures Through Mathematical Matrices; Journal of Environmental Management 53, 91-99.

Bolaños González, M. A., F. Paz Pellat, C. O. Cruz Gaistardo, J. A. Argumedo Espinoza, V. M. Romero Benítez y J. C. de la Cruz Cabrera. 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana 34: 271-288.

Brower E. James, ZAr H.J., von Ende C. (1998) Field and Laboratory Methods for General Ecology; Ed. McGrawhill, United States of América.

Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. Third edition. Wm C Brown Publishers. 237 pp.

Brower, J.E., J. H. Zar y C.N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3<sup>a</sup> Ed. WM C. Brown Publishers. 237pp.

- Canter, L. W.: 1999, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Mc Graw-Hill. Madrid.
- Casas y Reina-Trujillo. 1991. Herpetofauna (anfibios y reptiles) Carta de Biogeografía IV.8.6. Instituto de Geografía, UNAM. Atlas Nacional de México. Castillo-Campos y Laborde-D, 2004.
- Caraballo Perichi, Ciro, 2011, Patrimonio Cultural: un enfoque diverso y comprometido, UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, las Ciencias y la Cultura).
- Ceballos, G., J., et al. 2002. The mammals of Mexico: Composition, distribution, and conservation status. Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University, 218: 1-27.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2001, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.
- Cervantes, F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 65(1): 177-190
- Comisión Nacional del Agua, 2015, Estadísticas del Agua en México.
- Comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad <http://www.conabio.gob.mx>
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)
- Conant R. y Collins J. T. 1991. A field guide to reptiles and amphibians eastern and central North America. 3 ed. Houghton Mifflin Co. USA. 450 pp.
- Conesa F. Vicente; Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 2010; Ediciones, Mundiprensa, Madrid, España.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículos: 4, 25, 26, 27, 73, 115 y 124.
- Edwards, E.P. 2009. A field guide to the birds of Mexico and Adjacent Areas Belize, Guatemala, and El Salvador.
- Espinoza, G. 2007. Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile: Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED).

- Fa y Morales .1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM., México, D. F.
- Fierro. 2009. Aves migratorias en Colombia. En: Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad colombiana. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & WWF Colombia. Naranjo, L.G. & Amaya-Espinel J.D. (Editores). Bogotá.
- Flores Villela, O. 1998. Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. A014. México, D.F
- Flores-Villela y Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos. *Acta Zoológica Mexicana*.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Special publication No. 17. Carnegie Mus. Nat. Hist. 73 pp.
- García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, Enriqueta, 2004, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garmendia Salvador, Alfonso, et al. 2005, Evaluación de Impacto Ambiental, Pearson Educación, S.A., Madrid, España.
- Gill, 1995. Ornithology (2nd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Gómez Orea, D., 2002, Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Gómez Pompa, A, Vázquez Yanes, C.1985. Estudio sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. In: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II. Gómez-Pompa A. y S. Del Amo R. (eds.). Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales y Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V. México D.F. Pp. 1-25.
- Google Earth . 2016. V-7.1.7. 2606 . Google inc.
- Guariguata y Ostertag, 2002. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest ecology and management* 148 (1), 185-206.

- Howell, S. N. G. y S. Webb 1995. A guide to the birds of Mexico and northern central America. Oxford University Press. New York. 851 pp.
- Hutson ,A.M., et al. 2001. Microchiropteran bats: Global status survey and action plan. iucn/ssc Chiroptera Specialist Group, iucn, Gland.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), 2015, Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México.
- INEGI , Serie 5 Uso de suelo y vegetación. Estado de Tamaulipas.
- INEGI, 2009, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Altamira, Tamaulipas.
- Kays, R. & Wilson, D. E. 2002. Mammals of North America. Princeton Field Guides. University Press. U. K. 240 pp.
- Kays, R. & Wilson, D. E. 2009. Mammals of North America. Princeton Field Guides. Second Edition. 816 pp.
- Kent M. & P. Coker, 1994. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach. John Wiley& Sons.
- Landa et al, 2008, Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lazcano Villarreal, D. 1997. Anfibios y reptiles del estado de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. B099. México, D.F.
- Lazcano Villarreal, D. 1999. Anfibios y reptiles del estado de Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H104. México D. F.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.
- Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación, 24 de marzo de 2016.
- Ley de Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 11 de agosto de 2014.
- Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 11 de agosto de 2014.

- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 07 de junio de 2013.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2012, Diario Oficial de la Federación, 4 de junio de 2012.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, 22 de Mayo de 2006.
- Lopez- Wilches et al.1992. Biodiversidad de Oaxaca Instituto de Biología. Universidad Autónoma de Mexico. Fondo Oaxaqueño Para La Conservación De La Naturaleza. World Wildlife Fund.
- López, Yamel, 2000, Relaciones hídricas en el continuo agua, suelo-planta-atmósfera, División de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2000.
- Lovejoy, D. (Ed.) (1973) "Land use and landscape planning". Leonard III, London.
- Madigan, M.T.; Martinko, J.M.; Parker, J. 1999. Brock: Biología de los microorganismos. 8 ed. Madrid: Prentice. 986 p.
- Madrigal, M.I. (1998). Alternativas para la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, P.p. 196
- Magaña, V., Caetano, E., 2007, Identificación de cuencas atmosféricas en México, Instituto Nacional de Ecología.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia 45: 203-211.
- Medellin, R.A . 2008. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 79 páginas.
- Medellín, R.A., et al. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 459-515.
- Miranda, F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 19-179.
- Montes de Oca, E., 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional, Acta Zoológica Mexicana, No.82, Xalapa, Abril, 2001
- National Geographic Society. 2002. Field guide to the birds of North America. 4th Edition. 480 pp.

Navarro, S.A. and Gordillo, A. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS010.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 7 de abril de 2006

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-115-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales. Diario Oficial de la Federación, 27 de Agosto de 2004.

Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006. Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. Diario Oficial de la Federación, 29 de octubre de 2009.

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Diario Oficial de la Federación, 10 de septiembre de 2013.

Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 03 de Marzo de 2005.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2010.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación, 4 de agosto de 2014.

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.- Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo, publicada el 30 de Diciembre del 2010, en el diario oficial de la federación. Segunda Sección. México D.F.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humanos – límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", D.O.F., 20 octubre de 2000.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, Diario Oficial de la Federación, 16 de julio de 2012.

Norma Mexicana NMX-AA- 039-1980 Análisis de aguas - Determinación de sustancias activas al azul de metileno (SAAM) en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA- 039-1980). Diario Oficial de la Federación, 01 de agosto de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-005-SCFI-2013 Análisis de agua – Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-005-SCFI-2000). DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-AA-005-SCFI-2013, Diario Oficial de la Federación, 11 de abril de 2014.

Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011 Análisis de agua - Determinación del pH - Método de prueba- (cancela a la NMX-AA-008- SCFI-2000). DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2016, Diario Oficial de la Federación, 9 de septiembre de 2016.

Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006 Muestreos de suelo para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra. Diario Oficial de la Federación, 5 de septiembre de 2006.

Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001 Análisis de Agua – Determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de Prueba (Cancela a la NMX-AA-012-1980).

Norma Mexicana NMX-AA-014-1980 Cuerpos receptores.- Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-028-1981 Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas - Método de Prueba (cancela a la NMX-AA-028-1981).

Norma Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001 Análisis de aguas - Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la NMX-AA-029-1981), DECLARATORIA de vigencia de las norma mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 17 de abril de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015 Análisis de agua - Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-034-SCFI-2001).

Norma Mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001 Análisis de agua - Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a LA NMX-AA- 038-1981), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2001, NMX-AA-036-SCFI-2001, NMX-AA-038-SCFI-2001, NMX-AA-039-SCFI-2001, NMX-AA-044-SCFI-

2001, NMX-AA-045-SCFI-2001 y NMX-AA-050-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 19 de julio de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015 Análisis de agua - Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y escherichia coli – método del número más probable en tubos múltiples (cancela a LA NMX-AA-42-1987). DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2015, NMX-AA-042-SCFI-2015 y NMX-AA-175-SCFI-2015, Diario oficial de la Federación, 18 de abril de 2016.

Norma Mexicana NMX-AA-045-SCFI-2001 Análisis de agua - Determinación de color platino cobalto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-045-1981), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2001, NMX-AA-036-SCFI-2001, NMX-AA-038-SCFI-2001, NMX-AA-039-SCFI-2001, NMX-AA-044-SCFI-2001, NMX-AA-045-SCFI-2001 y NMX-AA-050-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 19 de julio de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-072-2001 Análisis de agua - Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-072-1981). Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2001.

Norma mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001 Análisis de aguas - Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-079-1986). DECLARATORIA de vigencia de la NMX-AA-079-2001, Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI-2000 Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-093-1984), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-004-SCFI-2000, NMX-AA-005-SCFI-2000, NMX-AA-006-SCFI-2000, NMX-AA-007-SCFI-2000, NMX-AA-008-SCFI-2000 y NMX-AA-093-SCFI-2000, Diario oficial de la Federación, 23 de noviembre de 2000.

Norma Mexicana NMX-AA-099-SCFI-2006 Análisis de agua – Determinación de nitrógeno de nitritos en aguas naturales y residuales –métodos de prueba (cancela a la NMX-AA-099-1987), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-099-SCFI-2006, NMX-AA-102-SCFI-2006, NMX-AA-119-SCFI-2006, NMX-AA-122-SCFI-2006, NMX-AA-123-SCFI-2006, NMX-AA-124-SCFI-2006 y NMX-AA-125-SCFI-2006, Diario Oficial de la Federación, 21 de agosto de 2006.

Norma de referencia NRF-009-PEMEX-2012. Identificación de instalaciones fijas. Petróleos Mexicanos. 19 de febrero de 2013.

Norma de Referencia NRF-030-PEMEX-2009. Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos Terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos. Petróleos Mexicanos. 21 de julio de 2009.

- Norma de referencia NRF-256-PEMEX-2010 Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres. Petróleos Mexicanos. 27 de diciembre de 2010.
- Norma de referencia NRF-261-PEMEX-2010. Manejo integral de recortes impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros. Petróleos Mexicanos.
- Ocampo-Peña. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. Orinoquia 14 (2):188-200.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), 2011, Guía de Prácticas Climatológicas, OMM-Nº 100.
- Ortínez, et al. 2003.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018. <http://pnd.gob.mx/>
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, México D.F. 797 pp.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012.
- Ramírez, P. J. 1999. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. UAM-Iztapalapa.
- Base de datos SNIB-Conabio, proyecto Q023 y Ceballos et al. 2002. The mammals of México. Occ. Papers Mus. Texas Tech Univ. 218:1-24.
- Ramírez, P.J. et al. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana, 21(1):21-82.
- Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad mastozoológica en México, Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV):413-427.
- Ramsar .Convención de Ramsar-.Portal de la CONANP (<http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php>)
- Rappole et ál. 1993. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Parks, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 341 p.
- Rappole et ál. 1993. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Parks, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 341 p.
- Regiones del continente americano en el cual se distribuyen las aves. (<http://animaldiversity.org/glossary/>).

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos, Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2006.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 30 de Mayo de 2000.

Resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.1983.09, del 22 de Abril de 2009, para el proyecto “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”.

Resolutivo No. ASEA/UGI/DGGEERC/0630/2016 con fecha del 23 de junio de 2016, emitido por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente ASEA.

Roland W. Kays and Don E. Wilson.2009. Mammals of North America: Second Edition. Princeton University Press.816 pp.

Roland, W. K. and Don E. W. 2009. Mammals of North America Second Edition. Princeton Field guides.816 pp.

Roldán M. A. e Iturbe Arguelles R. 2005. Saneamiento de suelos contaminados con hidrocarburos mediante biopilas. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cd. Universitaria.

Rutas migratorias de aves. [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts\\_aves/docs/naturalia\\_aves.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/naturalia_aves.pdf)  
S. N. G. y S. Webb.1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 pp.

Saval, B.S. 1995. Acciones para la remediación de suelos en México. Segundo Minisimposio Internacional sobre Contaminantes del Agua y Suelo. Instituto de Ingeniería. UNAM, MéxicoSayre .2000. Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER). “Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment”.

Sayre, R., 2000. Un Enfoque en la Naturaleza, Evaluaciones Ecológicas Rápidas. 2000 The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Sélem-Salas C. et. al. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Cap III Los organismos: Aves y Mamíferos. UNAM DGEP

Sélem-Salas, et all. 2004. Capítulo 9: Aves y mamíferos. 269-302. En: Zúñiga Bautista, F., H. Delfín González, J. L. Palacio Prieto y M.C. Delgado Carranza (eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología. México.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

- Shevlin et al., 2005. Estimation of soil petrophysical parameters from resistivity data: Application to oil-contaminated site characterization
- Sobrevila y Bath, 1992. Evaluaciones Ecológicas Rápidas, The Nature Conservancy.
- Sobrevila, C. y P. Bath. 1992. Evaluación ecológica rápida: un manual para América Latina y el Caribe. The Nature Conservancy-Programa de Ciencias para América Latina, Arlington, VA. 232pp.
- Shields, J. and D. Coote, 1990. Development, documentation and testing of the soil and terrain (SOSTER).
- Stebbins, R.C. 1998. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians: Field Marks of All Species in Western North America, Including Baja California (Peterson Field Guides). 2nd. ed. Houghton Mifflin Co. New York.
- Tarbuck, J. Eduard, Ludgens, Frederick K. Lutgens, 2005, Ciencias de la tierra, una introducción a la geología física, Ed. Pearson Educación S. A., Madrid, 2005.
- Toledo. 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 81:17-30.
- Velasco, Juan Antonio; Volke Sepúlveda, Tania Lorena, 2003. El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México Gaceta Ecológica, núm. 66, enero-marzo, 2003, pp. 41-53
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Distrito Federal, México.
- Wiederholt, R., et al. 2013. Rutas Migratorias y de anidación en México y Estados Unidos. Moving across the border: modeling migratory bat populations. Ecosphere 4(9):114.).
- Zonneveld, Isaak, 1988. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Landscape Ecology vol. 3 no. 2 pp 67-86 (1989) SPB Academic Publishing bv, The Hague
- México. Agric. soc. desarro vol.11 no.4 Texcoco oct./dic. 2014, Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla.
- Contrato CNH-R01-L03-A1/2015 para la extradición de hidrocarburos bajo la modalidad de licencia, Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). <https://www.gob.mx/cnh/documentos>
- GOBIERNO MUNICIPAL. (2013). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO. MÉXICO.
- INAFED. (2012). [inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM28tamaulipas/municipios/28041a.html). Recuperado el 2014, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM28tamaulipas/municipios/28041a.html>
- INEGI. (2010). [inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx). Recuperado el 2014, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2014). fao.org. Recuperado el 2014, de <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-calcareos/es/>
- RZEDWSKI, J. (2005). VEGETACIÓN DE MÉXICO (PRIMERA EDICIÓN DIGITAL ed.). MÉXICO: COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.
- SEMARNAT. (2011). Recuperado el 2014, de semarnat.gob.mx: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap3\\_suelos.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf)
- Innovative Technology Summary Reports (1999). Smart Sampling. Subsurface contaminant focus area. Prepared for U.S. Department of Energy. (Reportes Sumarios de Tecnologías Novedosas (1999). Muestreo InteligenteMR. Área de concentración de contaminantes en el subsuelo. Preparado para el Departamento de Energía de los Estados Unidos).
- International Organization for Standardization (2002). ISO 10381-1:2002, Soil quality-Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. (Organización Internacional de Estandarización (2002). ISO 10381-1:2002. Calidad del Suelo-Muestreo Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo).
- Ontario Ministry of Environment and Energy (1996) Standards.
- Guidance on Sampling and Analytical Methods for Use at Contaminated Sites in Ontario.
- Development Branch. December, (Ministerio de Energía y Medio Ambiente. Estándares. Guía de Muestreo y Métodos Analíticos para su Uso en Sitios Contaminados en Ontario. Departamento de Desarrollo).
- SESDPROC-300-R3, Soil Sampling, U.S. Environmental Protection Agency Science and Ecosystem Support Division, August 21, 2014 (SESDPROC-300-R3, Muestreo de suelos, División de Apoyo de Ciencia y Ecosistema de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, agosto 21,2014).
- U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection. Use in Developing a Quality Assurance Project Plan. EPA QA/G-5S Quality Staff Office of Environmental Information. Washington, DC 20460 December 2002. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Guía para la Selección de un Diseño de Muestreo para la Captura de Datos Ambientales. Para utilizar en el Desarrollo del Plan de Aseguramiento de Calidad. EPA QA/G-5S. Oficina Asesora de Calidad para la Información Ambiental. Estados Unidos. Washington, DC 20460 diciembre 2002).

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012-Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004- Criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (LGPGIR)**

Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra.

Norma Mexicana NMX-AA-105-SCFI-2014. Suelos-Hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas (cancela a la nmx-aa-105-scfi-2008).

Norma Mexicana NMX-AA-145-SCFI-2008. Suelos-Hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

Norma Mexicana NMX-AA-134-SCFI-2006. Suelos-Hidrocarburos fracción pesada por extracción y gravimetría- método de prueba

Norma Mexicana NMX-AA-146-SCFI-2008. Suelos. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (hap) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (cg/em) o cromatografía de líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (uv-vis).

Norma Mexicana NMX-AA-141-SCFI-2014. Suelo-benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (btex) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización método de prueba (cancela la nmx-aa-141-scfi-2007)

Alan E. Musset and M. Aftab "Looking into the Earth. An introduction to Geological Geophysics", Khan Cambridge University Press "Capítulos 2 y 3", 2000

Philip Kearey, Michael Brooks and Ian Hill "An Introduction to Geophysical Exploration BlackwellScience - Tercera Edición Capítulo Geophysical Data Procesing ,2002

Estrada, Luis A., "Procesamiento de datos geofísicos",2009; y "Prospección geoelectrica",2012

Daniels, David. "Ground-penetrating radar -2nd ed.- (Radar, sonar,navigations & avionics)"

Shevnin Vladimir, Delgado-Rodríguez Omar, Fernández-Linares Luis, Zegarra Martínez Héctor, Mousatov Aleksandr, Ryjov Albert "Geoelectrical characterization of an oil-contaminated site in Tabasco, Mexico Geofísica Internacional, Vol. 44, Num. 3, pp. 251-263, 2005.

C. Sánchez Pachón, "Principios Actuales en la Caracterización de Suelos Contaminados", 2003.

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/>

<http://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>

[http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)

[http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>

[http://201.116.60.25/sina/index\\_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos](http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos)

[http://201.116.60.25/sina/index\\_jquery-mobile2.html?tema=cuencas](http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=cuencas)

[http://201.116.60.25/sina/index\\_jquery-mobile2.html?tema=calidadAgua](http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=calidadAgua)

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE3LjQ5Mjk4LGxvbjotOTMuMzE2ODQsejo4LGw6dGMxMTFzZXJ2aWNpb3N8YzQwMg==>

<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico>

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzMjMyMDA4LGxvbjotMTAyLjE0NTY1LHo6MSxsOmM0MTE=>

<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico>

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo>.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



**10 APÉNDICES**

No aplica.



ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE



## 11 LISTAS DE TABLAS

### INTRODUCCIÓN

- 3-1.- Análisis Normativo y Técnico en la conceptualización de los daños ambientales y preexistentes, identificación, caracterización y atribuciones del generador.
- 3-2.- Coordenadas del límite del proyecto Regional Temporal 2007-2020
- 3-3.- Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Barcodón.

### Sistema Ambiental

- 8.1-1.- Ciclo del manejo integral de cuencas para el Área Contractual Barcodón.
- 8.1-2.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Temporal y Barcodón.
- 8.1-3.- Tabla resumen de caracterización general del sistema ambiental
- 8.1-4.- Acciones Generales que le aplican al Área Contractual Barcodón
- 8.1-5.- UGA #6 Altamira. Acciones específicas.
- 8.1-6.- Acciones Específicas que le aplican al Área Contractual Barcodón.
- 8.1-7.- Criterios de Regulación Ecológica que aplican para la zona donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Área Contractual Barcodón.
- 8.1-8.- Tabla resumen de otros sectores productivos en Altamira y área contractual Barcodón
- 8.1-9.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Temporal y Barcodón.

### Generalidades

- 8.1.1-1.- Lista de pozos dentro y fuera del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.1-2.- Listado de pozos dentro y fuera del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.1-3.- Batería de separación Barcodón.
- 8.1.1-4.- Listado de Líneas de Descarga en el Área Contractual Barcodón.
- 8.1.1-5.- Número de pozos perforados por año y acumulado progresivo en el periodo 1959 - 2016 del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.1-6.- Tabla resumen de otros sectores productivos en Altamira y área contractual Barcodón.
- 8.1.1-7.- Matriz de interacción de obras tipo por fase de desarrollo.
- 8.1.1-8.- Niveles de afectación por grupo de pozos.
- 8.1.1-9.- Factores de afectación en pozos
- 8.1.1-10.- Niveles de afectación en Batería de Separación.
- 8.1.1-11.- Concentrado de hallazgos en estaciones de recolección
- 8.1.1-12.- Total de niveles de afectación en Líneas y Oleoducto
- 8.1.1-13.- Listado hallazgos detectados en Líneas de Descarga y Oleoducto
- 8.1.1-14.- Análisis de las resoluciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Área Contractual Barcodón.



## CLIMA

- 8.1.2.1-1.- Localización geográfica de las Estaciones utilizados para la caracterización del Área Contractual Barcodón
- 8.1.2.1-2.- Temperaturas promedio mensuales y anuales de la Estación Climatológica El Barranco, para el periodo 1981-2010.
- 8.1.2.1-3.- Precipitación promedio mensual, anual de la Estación Climatológica El Barranco para el periodo 1981 - 2010.
- 8.1.2.1-4.- Evaporación promedio mensual, anual de la Estación Climatológica El Barranco.
- 8.1.2.1-5.- Evaporación promedio mensual, anual de la Estación Agro climatológica El Triunfo, Altamira para el año 2015.
- 8.1.2.1-6.- Velocidades máximas, promedio mensuales en km/h, de la Estación Agroclimática El Triunfo del año 2015.
- 8.1.2.1-7.- Tormentas, depresiones tropicales y Huracanes registrados en el Área de influencia, para los años 1950-2009.
- 8.1.2.1-8.- Escala de Huracanes Saffir-Simpson, del Centro Nacional de Huracanes.
- 8.1.2.1-9.- Niveles máximos permisibles para los parámetros a monitorear.
- 8.1.2.1-10.- Métodos analíticos utilizados.
- 8.1.2.1-11.- Coordenadas del sitio de monitoreo de la calidad del aire.
- 8.1.2.1-12.- Dirección y velocidad del viento.
- 8.1.2.1-13.- Registro de temperatura y humedad relativa.
- 8.1.2.1-14.- Resultados del monitoreo de las partículas y especificaciones de acuerdo a la NOM-025 SSA1-2014.
- 8.1.2.1-15.- Resultados del monitoreo de óxidos de nitrógeno.
- 8.1.2.1-16.- Registro de bióxido de azufre.
- 8.1.2.1-17.- Registro de monóxido de carbono.

## EDAFOLOGIA

- 8.1.2.2-1.- Tipos de suelo, área y porcentaje en el Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.2-2.- Características fisico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.
- 8.1.2.2-3.- Características fisico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.
- 8.1.2.2-4.- Erosión actual, potencial y grado de impacto en el Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.2-5.- Clases de riesgo de erosión propuestos por Shields y

## GEOMORFOLOGIA

- 8.1.2.3-1.- Unidad geológica Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.3-2.- Sismos más cercanos al Área Contractual Barcodón.



## HIDROLOGIA

- 8.1.2.4-1.- Características de la Región Hidrológica 25, San Fernando-Soto La Marina.
- 8.1.2.4-2.- Coeficiente de escurrimiento del Área Contractual Barcodón
- 8.1.2.4-3.- Unidad Geohidrológica presente en el polígono del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.4-4.- Parámetros del acuífero Zona Sur.
- 8.1.2.4-5.- Indicadores de la Calidad del Agua. Escalas de Clasificación.
- 8.1.2.4-6.- Métodos analíticos utilizados para los parámetros.
- 8.1.2.4-7.- Coordenadas de los sitios de muestreo.
- 8.1.2.4.8, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-1.
- 8.1.2.4.9, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-2
- 8.1.2.4.10, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-3
- 8.1.2.4.11, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial BH-4.

## VEGETACIÓN

- 8.1.3.1-1.- Superficie por tipo de vegetación y uso del suelo del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-2.- Tipos de vegetación encontrada en los pozos visitados del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-3.- Tipo de vegetación encontrada en la infraestructura de producción.
- 8.1.3-4.- Tipos de vegetación encontrada en derechos de vía de líneas de descarga.
- 8.1.3.1-6.- Listado florístico del Área Contractual Barcodón.

## FAUNA

- 8.1.3.2-1.- Metodología de estudio para fauna silvestre.
- 8.1.3.2- 2.- Se representa los sitios y las técnicas utilizadas para los muestreos de fauna silvestre en el Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3.2-3.- Abundancia de especies por Tipos de vegetación presentes en la Cuenca.
- 8.1.3.2-4.- Índices de Biodiversidad, Riqueza y abundancia de especies para el área de proyecto.
- 8.1.3.2-5.- Número de especies bajo categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010)
- 8.1.3.2-6.- Especies mexicanas de murciélagos migratorios, distribución, estado de conservación y tamaño típico de las colonias

## PAISAJE

- 8.1.4-1.- Unidades de Paisaje de la subcuenca del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-2.- Fragilidad por tipo de vegetación y uso de suelo de acuerdo del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-3.- Tabla de pendiente del terreno y su denominación.
- 8.1.4-5.- Fragilidad Visual.
- 8.1.4-6.- Coordenadas visuales de miradores.



- 8.1.4-8.- Tabla de los valores de distancias visuales.
- 8.1.4-9.- Fotografías panorámicas de los sitios
- 8.1.4-4.- Tabla de pendiente de las localidades a miradores del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-7.- Distancias de núcleos habitados a miradores.

### **REGISTRO Y DESCRIPCION DE DAÑOS AMBIENTALES**

- 8.3-1.- Lista de actividades identificadas por tipo en Área Contractual Barcodón.
- 8.3-2.- Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental del Área Contractual Barcodón.
- 8.3-3.- Características de los impactos ambientales.
- 8.3-4.- Cálculo del Índice de Incidencia.
- 8.3-4.- Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de pozos, líneas de descarga, gasoductos y estaciones de recolección
- 8.3-5.- Cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados (Archivo Excel)
- 8.3-6.- Porcentaje de los tipos de Hábitat presentes en el Área Contractual Barcodón
- 8.3-7.- Proporción de los tipos de vegetación en el Área Contractual Barcodón.
- 8.3-8.- Cobertura vegetal según INEGI 1992.
- 8.3-9.- Cobertura vegetal según Carta de uso de suelo y vegetación serie V INEGI 2013.
- 8.3-10.- Cobertura vegetal según Google 2016 en el Área Contractual Barcodón.
- 8.3-11.- Comparación de la cobertura vegetal entre las tres fuentes consultadas
- 8.3-12.- Comparación de porcentajes
- 8.3-13.- Porcentaje del tipo de vegetación en donde se localiza cada uno de los Pozos en el Área Contractual Barcodón.

### **REGISTRO Y DESCRIPCION DE PASIVOS AMBIENTALES (DAÑOS PREEXISTENTES)**

- 8.4-1.- Volumen ejecutado dentro del Área Contractual.
- 8.4-2.- Listado de Sitios Potencialmente Contaminados
- 8.4-3.- Límites máximos permisibles para FRACCIÓN es de hidrocarburos en suelo.
- 8.4-4.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo.
- 8.4-5.- Muestreo Exploratorio de la NMX-AA-132-SCFI-2006.
- 8.4-6.- Concentración de referencia para metales de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004
- 8.4-7.- Relación de análisis ejecutados, Sitios Potencialmente Contaminados.
- 8.4-8.- Métodos analíticos para hidrocarburos.
- 8.4-9.- Áreas y volúmenes de suelo contaminado en presas.
- 8.4-10.- Áreas y volúmenes de suelo contaminado en SPC de Pozos, Líneas y Estaciones.



## 12 LISTAS DE FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

- 3-1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.
- 3-2.- Localización del Proyecto Regional Tempoal 2007 - 2020 y el Área Contractual Barcodón
- 3-3.- Imagen que muestra el Área Contractual Barcodón y sus instalaciones petroleras.

### Sistema Ambiental

- 8.1-1.- Fases de manejo integral de una cuenca tipo.
- 8.1-2.- Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.
- 8.1-3.- Imagen que muestra la poligonal del proyecto Tempoal y Área Contractual Barcodón.
- 8.1-4.- Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial.
- 8.1-5.- Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico.
- 8.1-6.- UGA # 6 Altamira.
- 8.1-7.- Área Contractual Barcodón.

### Generalidades

- 8.1.1-1.- Diagrama general de flujo de proceso del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.1-2.- Área Contractual Barcodón, campos aledaños e infraestructura.

### Clima

- 8.1.2.1-1.- Ubicación Estación Climatológica El Barranco (CONAGUA) y Agroclimatológica El triunfo (INIFAP) para la caracterización del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.1-2.- Clima característico del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.1-3.- Ubicación del sitio del proyecto, con respecto a la Trayectoria de huracanes que tocaron o se acercaron a menos de 100 km al Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.1-4.- Velocidad de vientos máximos sostenidos en km/h de ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).
- 8.1.2.1-5.- Comportamiento mensual PM-10.
- 8.1.2.1-6.- PM-10, límite de 24 horas.
- 8.1.2.1-7.- Patrón de dispersión, densidad de parcelas de viento y límites probables de la cuenca atmosférica Altamira.
- 8.1.2.1-8.- Ubicación del sitio de monitoreo dentro del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.2.1-9.- Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el monitoreo.
- 8.1.2.1-10.- Comportamiento de los óxidos de nitrógeno durante las 24 horas del monitoreo.
- 8.1.2.1-11.- Comportamiento del dióxido de azufre durante las 24 horas del monitoreo.
- 8.1.2.1-12.- Comportamiento del monóxido de carbono durante las 24 horas del monitoreo.



## EDAFOLOGIA

- 8.1.2.2-1.- Tipos de suelos y muestreos en el Área Contractual Barcodón.

## GEOMORFOLOGIA

- 8.1.2.3-1.- Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte.  
8.1.2.3-2.- Subprovincia Fisiográfica Llanuras y Lomeríos.  
8.1.2.3-3.- Columna estratigráfica regional.  
8.1.2.3-4.- Geología del Área Contractual Barcodón.  
8.1.2.3-5.- Relieve del Área Contractual Barcodón.  
8.1.2.3-6.- Zonas con potencial de deslizamiento de tierras, CENAPRED, 2012.  
8.1.2.3-7.- Zonificación Sísmica del Área Contractual Barcodón.  
8.1.2.3-8.- Sismos ocurridos en México el año 2015.

## HIDROLOGIA

- 8.1.2.4-1.- Regiones Higrológicas de México.  
8.1.2.4-2.- Laguna San Andrés.  
8.1.2.4-3.- Laguna Morales.  
8.1.2.4-4.- Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.  
8.1.2.4-5.- Coeficiente de escurrimiento del Área Contractual Barcodón  
8.1.2.4-6.- Patrón de drenaje dendrítico.  
8.1.2.4-7.- Acuífero Zona Sur.  
8.1.2.4-8.- Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Barcodón.  
8.1.2.4-9 Infiltración  
8.1.2.4-10.- Evapotranspiración real en la República Mexicana, CONABIO, 1990.  
8.1.2.4-11.- Ubicación de los sitios de muestreo.

## VEGETACIÓN

- 8.1.3.1- 1.- Ubicación del proyecto provincia florística denominada Planicie Costera del Noreste.  
8.1.3.1-2.- Distribución de la vegetación de acuerdo a la carta temática de uso de suelo y vegetación de INEGI, 2013 (Serie V, escala 1:250 000).  
8.1.3.1-3.- Distribución de las instalaciones permanentes y Derechos de vía en imagen de Google Earth 2016.

## FAUNA

- 8.1.3- 1.- Provincias biogeográficas de México (CONABIO 2012) con respecto al ACA (flecha roja).  
8.1.3-2.- Ubicación del proyecto (flecha roja), en el contexto de la clasificación de Provincias y Subprovincias zoogeográficas de México (Edwards 1968).



- 8.1.3-3.- Regiones Herpetológicas naturales de México (West, 1971) modificadas por Flores-Villela (1993).
- 8.1.3-4.- Regiones Herpetológicas naturales de México (West, 1971) modificadas por Flores-Villela (1993).
- 8.1.3-5.- Sobreposición de fotografía satelital y poligonal del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-6.- Sobreposición de Carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2012).
- 8.1.3-7.- Sitios muestreados dentro del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-8.- Ubicación geográfica de las Áreas Naturales Protegidas Federales, con respecto al AP.
- 8.1.3-9.- Ubicación geográfica de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, con respecto al AP.
- 8.1.3-10.- Regiones Terrestres Prioritarias que interactúan con la poligonal del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-11.- Regiones Hidrológicas Prioritarias que interactúan con la Poligonal del Área Contractual Barcodón
- 8.1.3-12.- Regiones Marinas Prioritarias cercanas a la Poligonal del Área Contractual Barcodón
- 8.1.3-13.- Área de importancia para la conservación de las aves y su relación geográfica con respecto al Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-14.- Ubicación de UMAS (en naranja) cercanas al Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-15.- En la imagen se observa que no existen Sitios Ramsar cercanos al Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-16.- La laguna de San Andrés es la laguna costera más cercana a la poligonal (en rojo) del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-17.- Manglar más cercano al Área Contractual Barcodón.
- 8.1.3-18.- Riqueza de Murciélagos en Latinoamérica (Bat Conservation International).
- 8.1.3-19.- Ruta Migratoria y de anidaderos en México y Estados Unidos (Wiederholt, R., L. Lopez-Hoffman, J. Cline, R. A. Medellín, P. Cryan, A. Russell, G. McCracken, J. Diffendorfer, and D. Semmens. 2013. Moving across the border: modeling migratory bat populations. Ecosphere 4(9):114.)
- 8.1.3-20.- En la figura se indican las rutas migratorias de aves en América del Norte, se observa en rojo la ruta del pacífico, en Verde la ruta central, en azul la ruta del golfo y en negro la ruta del atlántico.

## PAISAJE

- 8.1.4-1.- Localización y fisiografía del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-2.- Unidades de Paisaje del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-3.- Puntos de percepción de miradores del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-4.- Localidades del Área Contractual Barcodón.
- 8.1.4-5.- Elevación del terreno del Área Contractual Barcodón.



- 8.1.4-6.- Fragilidad del paisaje por tipo de vegetación y uso de suelo.
- 8.1.4-7.- Puntos viales o miradores, localidades y municipio.

#### PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

- 8.1.5-1.- Ubicación del sitio de rescate de la aldea Chak Pet en relación al Área Contractual Barcodón.

#### REGISTRO Y DESCRIPCION DE DAÑOS AMBIENTALES

- 8.3-1.- Diagrama de flujo del proceso de identificación de daños ambientales.
- 8.3-2.- Tipos de vegetación presentes en el Área Contractual Barcodón
- 8.3-3.- Cuerpos de agua existentes en el Área Contractual Barcodón
- 8.3-4.- Se observa la superficie que cubre cada tipo de vegetación según la cartografía presentada en la carta de INEGI 1992.
- 8.3-5.- Se observa la superficie que cubre cada tipo de vegetación según la cartografía presentada por INEGI en su serie V del año 2013.
- 8.3-6.- Los polígonos blancos indican la superficie que cubre la Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva según la fotografía satelital Google 2016 y verificada en las visitas a campo por el equipo de trabajo en este proyecto
- 8.3-7.- Poligonal del CESMO donde se puede observar que no tiene interacción con el Área Contractual Barcodón

#### REGISTRO Y DESCRIPCION DE PASIVOS AMBIENTALES (DAÑOS PREEXISTENTES)

- 8.4-1.- Árbol de toma de decisiones para los recorridos (ATDR).
- 8.4-2.- Árbol de Toma de Decisiones de Métodos Indirectos
- 8.4-3.- TER-11 SPC-1-CB-ZONA NORTE Campo Barcodón