

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|---------|---|-----|
| 2. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 9 |
| 2.1 | LOCALIZACIÓN | 9 |
| 2.2 | CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO | 12 |
| 2.2.1 | INFRAESTRUCTURA EXISTENTE | 32 |
| 2.2.1.1 | Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y propuesta de adecuación | 33 |
| 2.2.1.2 | Infraestructura petrolera existente | 92 |
| 2.2.1.3 | Infraestructura de servicios públicos..... | 93 |
| 2.2.2 | ESTRATEGIAS DE DESARROLLO | 95 |
| 2.2.2.1 | Vías de acceso, plataformas multipozo y facilidades de producción | 95 |
| 2.2.2.2 | Perforación de pozos..... | 146 |
| 2.2.2.3 | Trabajos en pozo | 173 |
| 2.2.2.4 | Líneas de flujo | 194 |
| 2.2.2.5 | Facilidades de producción | 211 |
| 2.2.3 | ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL | 227 |
| 2.2.3.1 | Pozo no productor | 228 |
| 2.2.3.2 | Pozo productor | 229 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabla 2-1: | Localización a nivel político administrativo del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 9 |
| Tabla 2-2: | Coordenadas de ubicación del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 10 |
| Tabla 2-3: | Etapas y actividades a desarrollar en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 18 |
| Tabla 2-4: | Etapas y actividades que requieren uso y aprovechamiento de recursos naturales en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 21 |
| Tabla 2-5: | Cronograma general de actividades en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 22 |
| Tabla 2-6: | Rutas de movilización hasta el ingreso del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 33 |
| Tabla 2-7: | Vía 1: Vía Ruta del Sol – La Dorada – Puerto Boyacá – Sector 2 ½ que conduce al caserío de Puerto Romero. | 36 |
| Tabla 2-8: | Vía 2: Cruce vial Ruta del Sol - Caserío vereda El Morro – Pozo Zeus-1. | 38 |
| Tabla 2-9: | Vía 2-1: Cruce vial sector La Y, que conecta al caserío de la vereda El Morro con el caserío de la vereda El Castillo. | 49 |
| Tabla 2-10: | Vía 2-2: Cruce vial que comunica el caserío de la vereda Ventanas y al caserío Bejucales (fuera del área de influencia del proyecto). | 53 |
| Tabla 2-11: | Vía 2-3: Cruce vial caserío vereda El Morro – Puente colgante río Guaguaqui - Sector Puerto Romero. | 55 |
| Tabla 2-12: | Vía 2-4 Vía Caserío Puerto Romero hasta sector el 25 con el Cruce vial Ruta del Sol. | 60 |
| Tabla 2-13: | Vía 2-5 Vía que conduce desde el Caserío Puerto Romero hacia el caserío Pescado en el K23+200 hasta la vía que comunica el sector 2 ½ hacia el Caserío de Puerto Romero. | 67 |
| Tabla 2-14: | Vía 2-6 Vía que conduce desde el sector Las Pavas hacia el cruce vial caserío de Puerto Romero. | 68 |
| Tabla 2-15: | Vía 2-7 Vía que conduce desde el Caserío de Puerto Romero al sector 25, cruce hacia el Alto del Piñal. | 70 |
| Tabla 2-16: | Vía 3: Cruce vial Ruta al Sol - Caserío Puerto Romero – Municipio de Otanche – Ciudad de Bogotá. | 72 |
| Tabla 2-17: | Infraestructura petrolera existente en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 92 |

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 3 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 2-18: Propuesta de adecuación para las vías existentes en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 97 |
| Tabla 2-19: Propuesta de adecuación para la infraestructura existente en las vías actuales del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 99 |
| Tabla 2-20: Especificaciones técnicas para la construcción de vías en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 103 |
| Tabla 2-21: Dimensiones de las principales zonas de las plataformas multipozo y facilidades de producción..... | 114 |
| Tabla 2-22: Volúmenes aproximados para accesos viales..... | 132 |
| Tabla 2-23: Movimiento de tierras y materiales para la construcción de una (1) plataforma multipozo de siete (7) ha..... | 133 |
| Tabla 2-24: Movimiento de tierras y materiales para la construcción de un (1) área de facilidades de producción de nueve (9) ha. | 133 |
| Tabla 2-25: Fuentes de emisiones de ruido fijas y móviles..... | 134 |
| Tabla 2-26: Equipos requeridos para adecuación y/o construcción de vías de acceso y construcción de plataformas multipozo y áreas de facilidades de producción..... | 137 |
| Tabla 2-27: Personal estimado para la adecuación y construcción de una plataforma multipozo, área de facilidades de producción típicas y su respectiva vía de acceso. | 138 |
| Tabla 2-28: Cronograma general de obras civiles en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 139 |
| Tabla 2-29: Especificaciones técnicas típicas de la adecuación de las ZODME. | 141 |
| Tabla 2-30: Zonas propuestas para la disposición de material de excavación. ... | 142 |
| Tabla 2-31: Maquinaria requerida para la perforación de pozos en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 148 |
| Tabla 2-32: Equipo requerido para la perforación. | 148 |
| Tabla 2-33: Volúmenes de cortes a extraer. | 154 |
| Tabla 2-34: Distribución aproximada de los contenedores a utilizar dentro de la etapa de perforación. | 158 |
| Tabla 2-35: Productos químicos a utilizar en la preparación de lodos para la perforación de un pozo. | 163 |
| Tabla 2-36: Productos químicos a utilizar en caso de emergencia para la perforación de un pozo..... | 164 |
| Tabla 2-37: Sustancias e insumos a utilizar durante la perforación de un pozo.... | 164 |
| Tabla 2-38: Volúmenes estimados de combustible a utilizar en la perforación de un pozo. | 165 |
| Tabla 2-39: Personal estimado para la operación de un pozo..... | 166 |
| Tabla 2-40: Equipo para pruebas de producción. | 170 |
| Tabla 2-41: Tipos de residuos que se generan..... | 172 |
| Tabla 2-42: Materiales e insumos utilizados para trabajos en pozos. | 181 |
| Tabla 2-43: Mecanismos de recuperación primaria o flujo natural. | 183 |

| | |
|--|--|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

Tabla 2-44: Productos químicos utilizados para el tratamiento del agua residual industrial, adicionados en el tanque desnatador.....188

Tabla 2-45: Variables a monitorear en la automatización de pozos de acuerdo con el sistema de levantamiento.192

Tabla 2-46: Equipo típico requerido para la construcción de líneas de flujo.....208

Tabla 2-47: Áreas de tratamiento y disposición de residuos.217

Tabla 2-48: Maquinaria y equipos típicos en la construcción y operación de facilidades de producción de hidrocarburos.220

Tabla 2-49: Insumos utilizados para el mantenimiento y operación de facilidades de producción.....224

Tabla 2-50: Clasificación y gestión de residuos durante la operación de facilidades de producción.....224

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 2-1: Localización general del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 11 |
| Figura 2-2: Etapas de desarrollo del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 12 |
| Figura 2-3: Localización General de Estaciones de Hidrocarburos cercanas al Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 16 |
| Figura 2-4: Organigrama GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA, Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 24 |
| Figura 2-5: Sistema de Gestión Ambiental. | 26 |
| Figura 2-6: Rutas de acceso al Área de Explotación Morpho identificadas..... | 35 |
| Figura 2-7: Ubicación del Oleoducto Ocesa con respecto al Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho..... | 94 |
| Figura 2-8: Sección mixta de una vía tipo a construir en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 104 |
| Figura 2-9: Esquema de diseño típico para alcantarillas circulares..... | 109 |
| Figura 2-10: Esquema de diseño típico para un puente petrolero..... | 111 |
| Figura 2-11: Esquema de diseño típico para un Box Coulvert..... | 113 |
| Figura 2-12: Esquema típico de una plataforma multipozo. | 115 |
| Figura 2-13: Diseño típico de un contrapozo en una plataforma multipozo..... | 118 |
| Figura 2-14: Diseño típico de la placa del taladro en una plataforma multipozo.. | 119 |
| Figura 2-15: Diseño típico de trampa de aguas aceitosas (skimmer)..... | 121 |
| Figura 2-16: Diseño típico de una trampa de grasas en la plataforma multipozo.. | 122 |
| Figura 2-17: Diseño típico de cunetas perimetrales. | 124 |
| Figura 2-18: Diseño típicos de un desarenador..... | 125 |
| Figura 2-19: Sección típica de la losa para tanque australiano..... | 128 |
| Figura 2-20: Diseño de cerramiento para las plataformas multipozo..... | 130 |
| Figura 2-21: Diseño tipo de una zona de disposición de material de excavación – ZODME..... | 141 |
| Figura 2-22: Zonas propuestas para la disposición de material de excavación. | 144 |
| Figura 2-23: Esquema típico de ZODME y principales obras de acondicionamiento..... | 146 |
| Figura 2-24: Formaciones Geológicas presentes en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. | 147 |
| Figura 2-25: Sistema de levantamiento y de potencia..... | 151 |
| Figura 2-26: Sistema de circulación y de guía..... | 152 |
| Figura 2-27: Cortes impregnados con el OBM "G"..... | 156 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2-28: Diseño anclajes en la plataforma..... | 162 |
| Figura 2-29: Estimulación por succión de un estrato cuya permeabilidad está obstruida..... | 177 |
| Figura 2-30: Fracturamiento por inyección de fluidos con material sólido..... | 177 |
| Figura 2-31: Limpieza de arena por circulación de fluidos..... | 179 |
| Figura 2-32: Control de arena en pozos con empaque de grava..... | 179 |
| Figura 2-33: Abandono de estrato inicial A y activación de nuevo estrato B..... | 180 |
| Figura 2-34: Aislamiento de yacimiento original y exploración de nuevos estratos mediante perforación direccional..... | 180 |
| Figura 2-35: Mecanismos de recuperación de hidrocarburos durante la vida productiva de un yacimiento..... | 183 |
| Figura 2-36: Mecanismos de inyección de fluidos para recuperación secundaria..... | 186 |
| Figura 2-37: Diagrama del sistema de tratamiento de agua residual industrial para inyección..... | 189 |
| Figura 2-38: Proceso de inyección de agua en pozos..... | 190 |
| Figura 2-39: Variables a monitorear con la automatización de pozos: Flujo natural (izquierda), bombeo mecánico (derecha)..... | 193 |
| Figura 2-40: Variables a monitorear con la automatización de pozos para bombeo electrosumergible..... | 193 |
| Figura 2-41: Distribución típica para la utilización del derecho de vía..... | 197 |
| Figura 2-42: Características típicas del tendido de tubería para las líneas de flujo..... | 198 |
| Figura 2-43: Detalle de tubería enterrada..... | 202 |
| Figura 2-44: Cruce de corrientes de agua sobre marcos "H"..... | 206 |
| Figura 2-45: Cruce subfluvial de corrientes de agua..... | 206 |
| Figura 2-46: Sección transversal tipo para cunetas de aguas aceitosas..... | 214 |
| Figura 2-47: Diagrama típico de las facilidades de producción..... | 215 |
| Figura 2-48: Esquema en planta para tanques de almacenamiento..... | 216 |
| Figura 2-49: Esquema en corte del dique de contención para tanques de almacenamiento..... | 216 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|-----|
| Fotografía 2-1: Pozos exploratorios suspendidos Vereda El Morro..... | 92 |
| Fotografía 2-2: Pozo abandonado Ágata-1 ubicado en la vereda La Cristalina. .. | 92 |
| Fotografía 2-3: Descapote en un área de acceso a localización de perforación. | 105 |
| Fotografía 2-4: Acopio de material descapotado..... | 105 |
| Fotografía 2-5: Limpieza y descapote para la construcción de plataformas multipozo y facilidades de producción..... | 116 |
| Fotografía 2-6: Limpieza y descapote para la construcción de plataformas multipozo y facilidades de producción..... | 116 |
| Fotografía 2-7: Nivelación del área de la plataforma multipozo y/o facilidades de producción. | 117 |
| Fotografía 2-8: Obras típicas de construcción de contrapozo. | 118 |
| Fotografía 2-9: Obras típicas de construcción de la placa del taladro..... | 119 |
| Fotografía 2-10: Construcción de placa de concreto para el posicionamiento del tanque de almacenamiento de ACPM. | 120 |
| Fotografía 2-11: Obras típicas de construcción de un skimmer..... | 121 |
| Fotografía 2-12: Obras típicas de construcción de una trampa de grasas..... | 122 |
| Fotografía 2-13: Obra típica de cunetas perimetrales a áreas operacionales..... | 123 |
| Fotografía 2-14: Obras típicas para la construcción en áreas operacionales..... | 124 |
| Fotografía 2-15: Construcción de cunetas perimetrales..... | 124 |
| Fotografía 2-16: Obras típicas e instalación de la geomembrana para la construcción de piscinas..... | 126 |
| Fotografía 2-17: Panorámica de la construcción de una celda para el tratamiento de cortes de perforación..... | 126 |
| Fotografía 2-18: Obras típicas e instalación de la geomembrana para la construcción de piscinas..... | 128 |
| Fotografía 2-19: Muro de contención. | 129 |
| Fotografía 2-20: Vías internas en la locación..... | 129 |
| Fotografía 2-21: Cerramiento en poste de concreto y alambre de púas para aislamiento y seguridad de las plataformas..... | 130 |
| Fotografía 2-22: Características típicas del equipo de perforación. | 149 |
| Fotografía 2-23: Panorámica de un equipo de perforación. | 149 |
| Fotografía 2-24: Cortes impregnados con el OBM. | 155 |
| Fotografía 2-25: Cortes impregnados con el OBM. | 155 |
| Fotografía 2-26: Cortes impregnados con el OBM "G". | 156 |
| Fotografía 2-27: Separación de sólidos..... | 157 |

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 8 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

| | |
|---|-----|
| Fotografía 2-28: Sólidos separados. | 157 |
| Fotografía 2-29: Fase líquida. | 157 |
| Fotografía 2-30: Contenedores típicos en una plataforma de perforación. | 158 |
| Fotografía 2-31: Caseta de almacenamiento de químicos. | 159 |
| Fotografía 2-32: Señalización de la caseta de almacenamiento de químicos. | 159 |
| Fotografía 2-33: Tanques de almacenamiento de ACPM. | 160 |
| Fotografía 2-34: Caseta para el acopio de residuos sólidos. | 161 |
| Fotografía 2-35: Anclajes del equipo de perforación. | 162 |
| Fotografía 2-36: Caseta de vigilancia estándar. | 163 |
| Fotografía 2-37: Equipo típico de workover. | 181 |
| Fotografía 2-38: Transporte de tubería hasta el derecho de vía. | 199 |
| Fotografía 2-39: Tendido de tubería a lo largo del derecho de vía. | 199 |
| Fotografía 2-40: Soldadura de juntas. | 200 |
| Fotografía 2-41: Prueba radiográfica, toma de placas. | 200 |
| Fotografía 2-42: Inspección de revestimiento de la tubería, detección de puntos de falla. | 201 |
| Fotografía 2-43: Esmerilado de tuberías. | 201 |
| Fotografía 2-44: Línea de conducción instalada sobre marco H. | 202 |
| Fotografía 2-45: Instalación de tubería enterrada. | 203 |
| Fotografía 2-46: Separador trifásico horizontal. | 218 |
| Fotografía 2-47: Tanque de almacenamiento tipo Frac Tank. | 218 |
| Fotografía 2-48: Tea de quemado para atender eventuales influjos de gas. | 218 |
| Fotografía 2-49: Sistema de despacho de crudo en carrotanque. | 219 |
| Fotografía 2-50: Sistema de generación de energía. | 219 |

| | |
|--|--|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En éste capítulo, se presenta una descripción detallada de la infraestructura del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho; así como también las características técnicas, procedimientos y tecnologías que se emplearán durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto. De igual manera, se relacionan los requerimientos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos típicos necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades.

La descripción del proyecto se basó en los Términos de Referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Explotación de Hidrocarburos, HI-TER-1-03, expedidos en el año 2010 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS).

2.1 LOCALIZACIÓN

El Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho se encuentra ubicada en los municipios de Puerto Salgar y Yacopí en el departamento de Cundinamarca y Otanche y Puerto Boyacá en el departamento de Boyacá; en las veredas que se incluyen en la **Tabla 2-1**, cuya jurisdicción ambiental pertenece a las Corporaciones Autónomas Regionales de Cundinamarca – CAR y Boyacá – CORPOBOYACÁ, respectivamente.

Tabla 2-1: Localización a nivel político administrativo del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO | INSPECCIÓN / CORREGIMIENTO | VEREDA |
|--------------|---------------|-------------------------------|-----------|
| Cundinamarca | Puerto Salgar | - | Galápagos |
| | Yacopí | Inspección de Patevaca | Patevaca |
| | | | Clavijo |
| | | | Cáceres |
| | | | Nacederos |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Continuación Tabla 2-1:

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO | INSPECCIÓN / CORREGIMIENTO | VEREDA | |
|--------------|---------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Cundinamarca | Yacopí | Inspección de Patevaca | Ventanas | |
| | | | El Castillo | |
| | | | El Morro | |
| | | | La Oscura | |
| | | Inspección Terán | Chávez alto | |
| | | | Caño Hondo | |
| | | | Finlandia | |
| | | | Río Negro | |
| Boyacá | Puerto Boyacá | Corregimiento de Puerto Romero | Centro poblado de Puerto Romero | |
| | | | Las Quinchas | |
| | | | La Cristalina | |
| | | | La Cristalina sector Malacate | |
| | Otanche | - | | Las Pavas |
| | | | | El Oasis |
| | | | | La Cunchala |
| | | | | La Cunchalita |

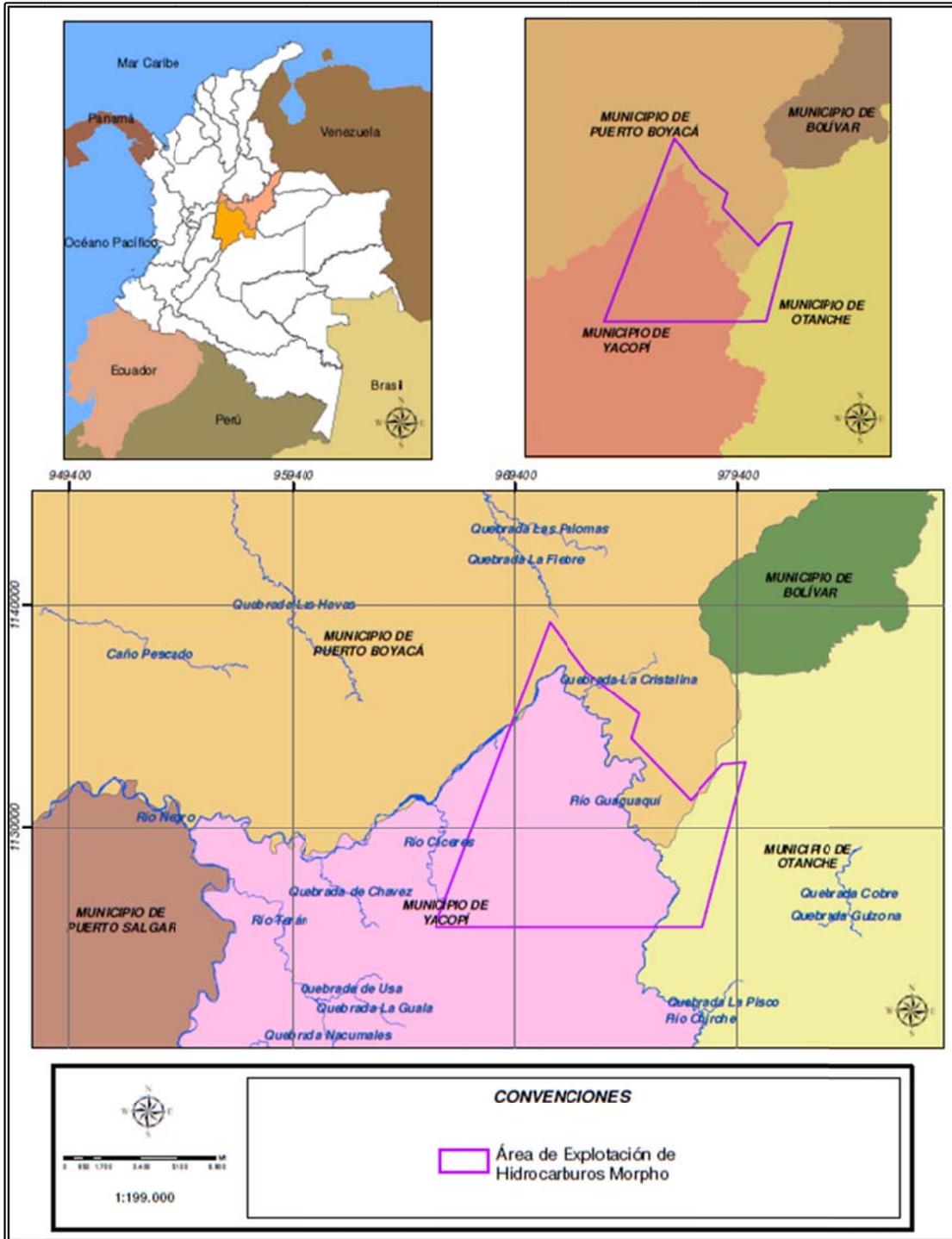
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

El Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho se encuentra delimitada por un polígono de nueve (9) vértices, cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 2-2**, cubriendo una extensión de 10.638,87 hectáreas. La ubicación geográfica del área se muestra en la **Figura 2-1** y en el **Anexo 21. Cartografía Temática - Mapa 1A. Localización general AII - AID (Medio abiótico y biótico), Mapa 1B. Localización general AII - AID (Medio socioeconómico) y Mapa 1C. Localización general AII - AID (social parlante).**

Tabla 2-2: Coordenadas de ubicación del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| VÉRTICE | COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ | |
|---------|---|-----------|
| | ESTE | NORTE |
| 1 | 970.964 | 1.139.218 |
| 2 | 972.626 | 1.136.977 |
| 3 | 974.983 | 1.135.129 |
| 4 | 974.640 | 1.134.018 |
| 5 | 977.275 | 1.131.233 |
| 6 | 978.723 | 1.132.850 |
| 7 | 979.758 | 1.132.908 |
| 8 | 977.846 | 1.125.553 |
| 9 | 965.800 | 1.125.553 |

Fuente: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA, 2012.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Figura 2-1: Localización general del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA.

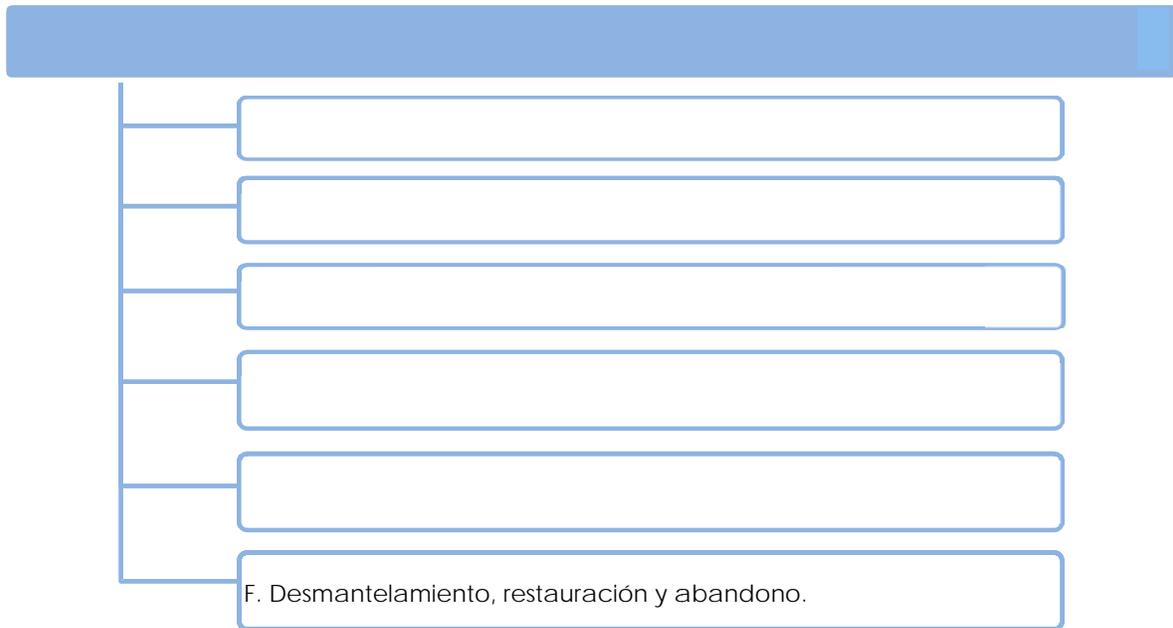
APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo con las proyecciones de explotación y producción del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**, en adelante **C&C ENERGÍA**; el objetivo del desarrollo del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho es la producción en 20.000 barriles diarios de petróleo, en un periodo de 20 años, mediante el mantenimiento de la curva básica de explotación; para lo cual se construirán máximo 10 plataformas multipozo, perforando en cada una de ellas hasta 10 pozos, los cuales podrán ser posteriormente, empleados como inyectores de aguas de formación y/o residuales previamente tratadas.

➤ Características y actividades en las diferentes etapas del proyecto

La cadena hidrocarburífera del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho está comprendida por las fases y/o etapas que se presentan en la **Figura 2-2**.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Figura 2-2: Etapas de desarrollo del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 13 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

➤ Actividades transversales

Hacen referencia a las actividades que son comunes a todas las etapas del proyecto de explotación de hidrocarburos, las cuales se presentan en diferentes proporciones durante la ejecución del mismo.

➤ Obras civiles

Esta etapa incluye la ejecución de todas las obras de adecuación y construcción de la infraestructura e instalaciones requeridas para el desarrollo de las actividades al interior del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho; tales como la construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías de acceso y de movilización interna; así como la construcción de plataformas multipozo y áreas de facilidades de producción (central y satélites), etc.

En todos los casos, el trazado y localización se definirá con base en los criterios y restricciones establecidos en la zonificación ambiental y de manejo del proyecto.

En cuanto a las vías a construir, adecuar y mantener, su objetivo será el de permitir y facilitar la movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal a cada una de las áreas de intervención contempladas en el proyecto (plataformas multipozo, áreas de facilidades de producción y ZODMES); para lo cual contarán con una longitud máxima de 16 km y un ancho de banca máximo de 6,0 m.

Por su parte, para la construcción de cada plataforma multipozo se requerirá de un área máxima de siete hectáreas (7 ha); en tanto que las áreas de facilidades de producción tendrán un área máxima de nueve hectáreas (9 ha), en donde se realizará el manejo de fluidos y cortes, mediante el uso de piscinas, celdas y/o tanques australianos. Cabe destacar, que dentro de las plataformas se contempla la construcción de un helipuerto, el cual funcionará para el transporte de personal y/o equipos requeridos por el Proyecto.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 14 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

Adicionalmente, se contemplan dos (2) opciones para las facilidades de producción: La primera de ellas consiste en la adecuación de aproximadamente tres hectáreas (3 ha) de las plataformas multipozo para su uso como facilidades; la segunda opción incluye la construcción de áreas de facilidades de producción adicionales, localizadas al interior del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, atendiendo lo establecido en la zonificación ambiental y de manejo del proyecto. Cabe resaltar, que la primera opción es aplicable únicamente a las plataformas a construir, ya que la existente no permite dicha adecuación.

➤ Perforación y pruebas de producción

La finalidad de ésta etapa consiste en la perforación de pozos que permitan la búsqueda de nuevas reservas y de éste modo, incrementar los niveles de producción; para lo cual se verificará, estimará y determinará la capacidad de producción del yacimiento presente en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

De igual manera, durante las pruebas de producción se estudiarán y caracterizarán los fluidos producidos por el mismo. Al finalizar ésta etapa se tendrá información acerca de los índices de productividad, daño, permeabilidad relativa, radio de invasión y espesor del yacimiento; así como también lo relacionado con saturación y mecanismos de empuje, entre otros.

De igual modo, se instalaran áreas de facilidades de producción (central y satélites) en las cuales se determinarán el tipo de fluidos presentes en la formación, sus características tales como porcentaje de agua y sedimentos (BSW), relación gas-aceite (GOR), gravedad API y la salinidad del agua; así como también el potencial de producción del pozo, los niveles o comportamiento de las presiones existentes en el yacimiento y las características generales de la formación.

La perforación de cada uno de los pozos se realizará mediante el uso de un equipo de mesa rotatoria, hasta conseguir la profundidad objeto, empleando para ello lodos base agua o base aceite.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 15 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

Una vez alcanzada la profundidad programada, se llevarán a cabo las pruebas de producción. Los equipos, maquinaria, especificaciones y características típicas de la actividad de perforación y pruebas de producción se establecen en numerales subsiguientes dentro de éste capítulo.

➤ Líneas de flujo

Esta etapa comprende la ejecución de todas las obras que involucran la construcción, mantenimiento, adecuación y/o reposición de líneas de flujo, para el transporte de los fluidos (crudo, gas y/o agua), las cuales interconectarán cada una de las plataformas, los pozos con las facilidades y las diferentes facilidades de producción; así como también estarán presentes desde los puntos de captación de aguas superficiales, hacia las diferentes plataformas multipozo y áreas de facilidades de producción; y desde estas dos últimas, hacia las áreas de vertimiento de aguas residuales tratadas.

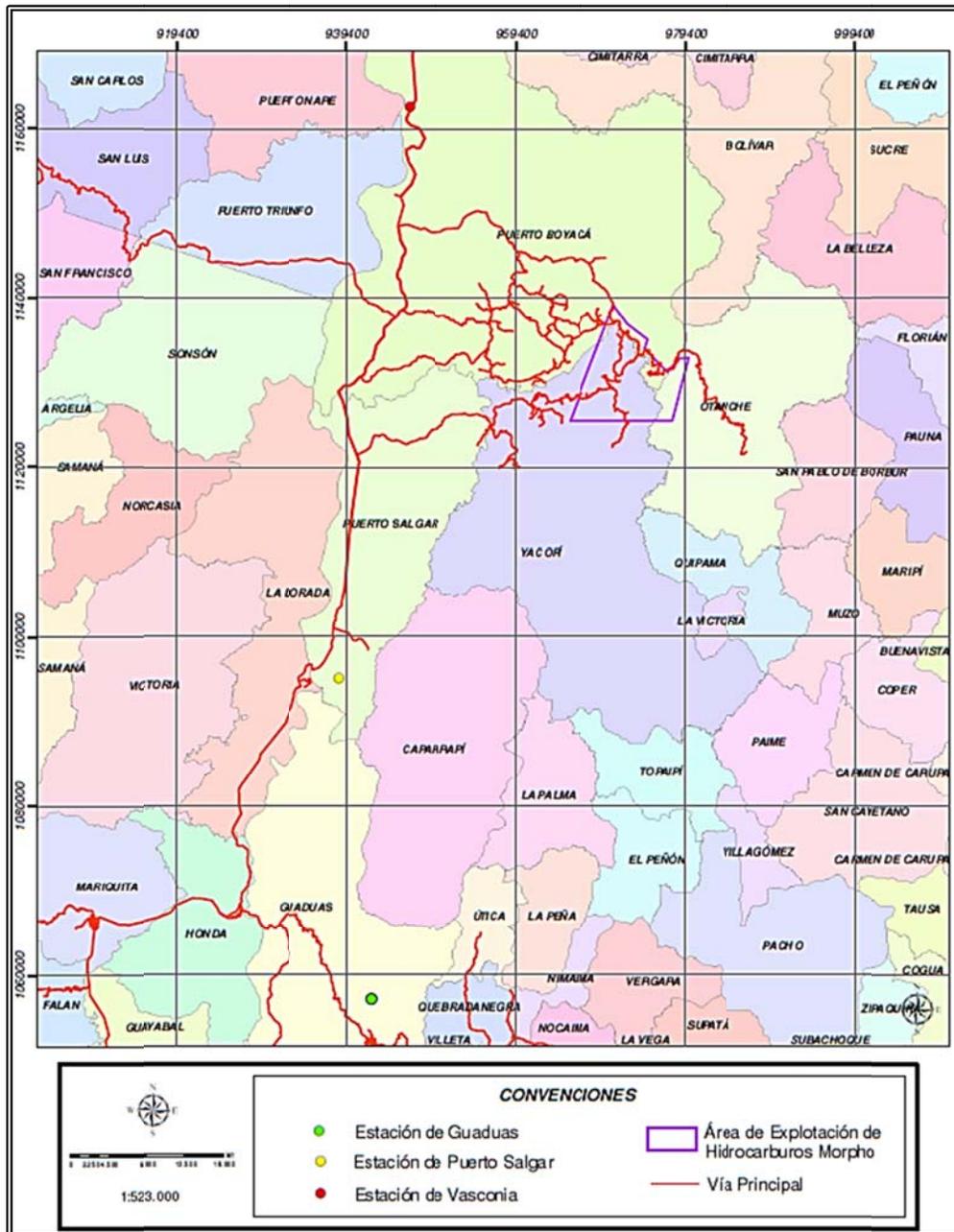
Se incluye también la intervención de los respectivos elementos y accesorios de las líneas de flujo, tales como válvulas y/o marcos H, entre otros.

Con la construcción de líneas de flujo se busca concentrar los fluidos producidos en uno o en varios sectores del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, para su tratamiento y posterior transporte mediante el uso de carro tanques hasta las Estaciones de Puerto Salgar y Vasconia, en ambos casos, propiedad de ECOPETROL S.A.; así como también a la Estación de Guaduas, propiedad de Pacific Rubiales (*Figura 2-3*).

De igual manera, se podrán entregar los fluidos a cualquier otra estación que se estime adecuada de acuerdo a la producción, logística y convenios establecidos con el **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**. En este caso, las estaciones determinadas deberán estar registradas ante la Agencia Nacional de Hidrocarburos –

| | |
|---|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

ANH y/o tener la respectiva licencia para el tratamiento y disposición de residuos líquidos domésticos e industriales.



Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburo - ANH, 2012.

Figura 2-3: Localización General de Estaciones de Hidrocarburos cercanas al Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA.

APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 17 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

La longitud máxima de cada una de las líneas de flujo será de 80 km y su diámetro máximo será de 12 pulgadas, con un ancho máximo de intervención de 6,5 metros. Las especificaciones, características y descripción típicas de las obras de construcción, mantenimiento, adecuación y reposición de las líneas de flujo serán presentadas en apartes subsiguientes de éste capítulo.

De igual modo, la ubicación de cada una de las líneas de flujo a construir se determinará según los lineamientos y restricciones establecidos en la zonificación ambiental y de manejo del proyecto.

➤ Inyección

La etapa de inyección consistirá en la ejecución de las actividades referentes a la inyección de fluidos (aguas de formación y/o residuales previamente tratadas) dentro de la formación productora, de tal manera que se desplacen volúmenes de hidrocarburo aún existentes y que no fue posible extraer por mecanismos primarios (recobro). Las descripciones y características detalladas de los procesos correspondientes se presentan en los próximos títulos del presente capítulo.

➤ Desmantelamiento, restauración y abandono

Esta etapa consiste en realizar la restauración y el abandono de las áreas intervenidas por las actividades desarrolladas en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. Esto se consigue mediante la ejecución de acciones como el desmantelamiento de la infraestructura e instalaciones utilizadas, la limpieza final de las áreas, la gestión de los residuos, la revegetalización y el cierre de pasivos sociales, entre otras.

➤ Etapas y actividades a desarrollar en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho

En la *Tabla 2-3* se indican las etapas que se desarrollarán en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho y sus respectivas actividades.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

Tabla 2-3: Etapas y actividades a desarrollar en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| ETAPA | NÚMERO | ACTIVIDAD |
|--|--------|--|
| Actividades Transversales | 1 | Información y socialización a la comunidad. |
| | 2 | Gestión comunitaria e institucional. |
| | 3 | Adquisición de bienes y servicios. |
| | 4 | Contratación y capacitación de personal. |
| | 5 | Negociación de predios y/o servidumbres (diligenciamiento de permisos). |
| | 6 | Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal. |
| | 7 | Captación, transporte y consumo de agua (superficial y subterránea). |
| | 8 | Generación, tratamiento y disposición de residuos líquidos (domésticos e industriales). |
| | 9 | Generación, tratamiento y disposición de residuos sólidos (ordinarios y especiales). |
| Obras civiles | 10 | Operación de maquinaria y equipos de construcción. |
| | 11 | Instalación y operación de áreas de apoyo (campamentos transitorios y almacenamiento). |
| | 12 | Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote. |
| | 13 | Excavación, cortes y rellenos. |
| | 14 | Adecuación y manejo de ZODME. |
| | 15 | Construcción de estructuras para cruces de cuerpos de agua. |
| | 16 | Construcción e instalación de estructuras (de soporte, drenaje, estabilización, tratamiento y montajes mecánicos). |
| | 17 | Manejo de escorrentía (obras de arte). |
| | 18 | Estabilización de taludes. |
| Perforación y pruebas de producción | 19 | Mantenimiento de vías y/o instalaciones. |
| | 20 | Adecuación y operación de campamentos. |
| | 21 | Montaje de infraestructura y equipos. |
| | 22 | Captación, transporte y consumo de agua (superficial y subterránea). |
| | 23 | Perforación (operación del RIG, motores, equipos y generadores). |
| | 24 | Generación y disposición de residuos sólidos especiales (materiales radiactivos). |
| | 25 | Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación. |
| | 26 | Pruebas de producción (cortas y extensas). |
| | 27 | Funcionamiento de la tea. |
| | 28 | Almacenamiento y transporte de fluidos (línea de flujo y carrotanque). |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Continuación Tabla 2-3:

| ETAPA | NÚMERO | ACTIVIDAD |
|---|--------|---|
| Líneas de flujo | 29 | Adecuación del derecho de vía. |
| | 30 | Remoción de la cobertura vegetal, desmonte y descapote. |
| | 31 | Zanjado. |
| | 32 | Acopio, tendido, bajado y tapado de tubería. |
| | 33 | Cruces especiales (enterrado, aéreo). |
| | 34 | Soldadura, corte y pruebas radiográficas de elementos metálicos. |
| | 35 | Pruebas hidrostáticas o neumáticas. |
| | 36 | Revegetalización. |
| | 37 | Operación y mantenimiento de líneas de flujo y demás estructuras relacionadas. |
| Inyección | 38 | Recolección y tratamiento de aguas de formación y/o residuales. |
| | 39 | Operación de plantas de inyección. |
| | 40 | Implementación de pozos de inyección en las plataformas multipozo construidas. |
| Desmantelamiento, restauración y abandono | 41 | Cierre y abandono de pozos. |
| | 42 | Demolición y/o desmonte de infraestructura, líneas de flujo, facilidades y plataformas. |
| | 43 | Limpieza de áreas abandonadas. |
| | 44 | Cierre final de piscinas. |
| | 45 | Revegetalización y/o empradización. |
| | 46 | Obras de estabilización y control de erosión. |
| | 47 | Compensación y restauración forestal. |
| | 48 | Cierre del Plan de Gestión Social. |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

➤ **Requerimientos de recursos naturales, económicos, sociales, culturales y de personal**

El desarrollo de las actividades de explotación de hidrocarburos implicará el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales, económicos y sociales de la zona.

| | | |
|---|---|--|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 20 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Octubre de 2012 |

En la **Tabla 2-4** se presenta una relación de los principales requerimientos de recursos naturales con respecto a las actividades más destacadas que se llevarán a cabo al interior del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho y en su área de influencia.

En cuanto a la necesidad de recursos económicos, la totalidad de las actividades de explotación petrolera a desarrollar en el área y que son objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental, serán financiadas por el **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**.

Así mismo, en lo que se refiere a las posibles afectaciones de la infraestructura económica existente en la zona, las áreas más susceptibles de intervención por las actividades propias del Proyecto corresponden principalmente a cultivos y zonas ganaderas.

Las vías de acceso existentes en el área de influencia directa del Proyecto también hacen parte de la infraestructura social y económica de la región, que serán empleadas para el transporte de personal, materiales, maquinaria y equipos; por lo que, algunas de ellas pueden ser objeto de intervención (adecuación y/o mantenimiento); situación que generará beneficios para los usuarios de la región. Sin embargo, durante la ejecución de dichas actividades, será necesario el planteamiento de acciones tales como la intervención de media calzada y la instalación de señalización, entre otras, con el fin de no afectar el tránsito de los usuarios locales.

De otro lado, como principales necesidades de tipo social para el desarrollo de las actividades en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho se encuentra la vinculación de mano de obra.

En términos generales, estos requerimientos hacen referencia a personal no calificado, cuya cantidad varía de acuerdo con la magnitud y tipo de actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del Proyecto.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

Tabla 2-4: Etapas y actividades que requieren uso y aprovechamiento de recursos naturales en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| USO \ ETAPA | OBRAS CIVILES | PERFORACIÓN Y PRUEBAS DE PRODUCCIÓN | LÍNEAS DE FLUJO | INYECCIÓN | DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO |
|---|--|--|---|--|---|
| AGUA SUPERFICIAL Y/O SUBTERRÁNEA USO DOMÉSTICO | - | Operación de campamentos, y casetas de vigilancia de plataformas y facilidades de producción | - | - | - |
| AGUA SUPERFICIAL Y/O SUBTERRÁNEA USO INDUSTRIAL | Compactación de rellenos, elaboración de concretos. | Elaboración de lodos de perforación | Pruebas hidrostáticas | - | Compactación de rellenos, elaboración de concretos y revegetalización |
| | Pruebas hidrostáticas | | | | |
| VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS | Aguas residuales domésticas | Aguas residuales domésticas | Aguas residuales industriales provenientes de las pruebas hidrostáticas | Aguas de formación | - |
| | Aguas residuales industriales provenientes de las pruebas hidrostáticas | Aguas industriales y provenientes del tratamiento de lodos | | Aguas industriales y provenientes del tratamiento de lodos | |
| OCUPACIÓN DE CAUCES | Adecuación y construcción de vías | - | Instalación de tubería en cruces de drenajes | - | - |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN | Rellenos, afirmados, concreto para construcción de vías, plataformas y facilidades | - | Relleno de zanjas, obras civiles | - | Rellenos, afirmados, concretos para obras de restauración |
| APROVECHAMIENTO FORESTAL | Adecuación y construcción de vías, plataformas y facilidades de producción | - | Adecuación del derecho de vía | - | - |
| EMISIONES ATMOSFÉRICAS | Emisiones móviles (maquinaria y vehículos) | Emisiones fijas (equipos, generadores y teas) | Emisiones móviles (maquinaria y equipos) | Emisiones fijas (equipos, generadores) | Emisiones móviles (maquinaria y vehículos) |
| | | Emisiones móviles (maquinaria y vehículos) | | | |
| RESIDUOS SÓLIDOS | Domésticos | Domésticos | Domésticos | Domésticos | Domésticos |
| | Industriales | Industriales | Industriales | Industriales | Industriales |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA.

APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA

➤ **Duración estimada de las obras y cronograma de actividades**

La duración de cada una de las obras a ejecutar dependerá de varios aspectos, pero principalmente del tipo de obra a desarrollar, su magnitud y la disponibilidad de recursos requeridos, tanto físicos como humanos y tecnológicos, entre otros. Es así como actividades como el mantenimiento e inspección de pozos, el tratamiento de fluidos y la movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal; se llevarán a cabo de forma continua y/o diaria. En contraste, otras labores tales como la construcción de accesos viales, plataformas, facilidades de producción o líneas de flujo; así como también la perforación de nuevos pozos, presentarán cronogramas típicamente más definidos, en los cuales se establece que su ejecución se realiza con menor regularidad.

En la **Tabla 2-5** se presenta la información correspondiente a las etapas y actividades proyectadas en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, acompañada de su respectivo cronograma de ejecución por cada plataforma multipozo a construir.

Tabla 2-5: Cronograma general de actividades en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

| ACTIVIDADES | DÍAS | MESES | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Construcción y adecuación vía de acceso | 28 | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción de la plataforma multipozo | 28 | | | | | | | | | | | | | |
| Movilización y montaje de equipos de perforación | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| Perforación del pozo hasta el objetivo Geológico y completamiento | 33 | | | | | | | | | | | | | |

* *Depende de los resultados de las pruebas cortas de producción, se prevé la realización de pruebas extensas, cuya duración estimada podría ser de hasta 24 meses.*

Fuente: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA, 2012.

Continuación Tabla 2-5:

| ACTIVIDADES | DÍAS | MESES | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Pruebas de producción* | 365 | | | | | | | | | | | | | |
| Desarme y desmovilización | 5 | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción línea de flujo | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| Desmantelamiento, restauración y abandono (en caso de no encontrar pozos productores) | 10 | | | | | | | | | | | | | |

* *Depende de los resultados de las pruebas cortas de producción, se prevé la realización de pruebas extensas, cuya duración estimada podría ser de hasta 24 meses.*

Fuente: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA, 2012.

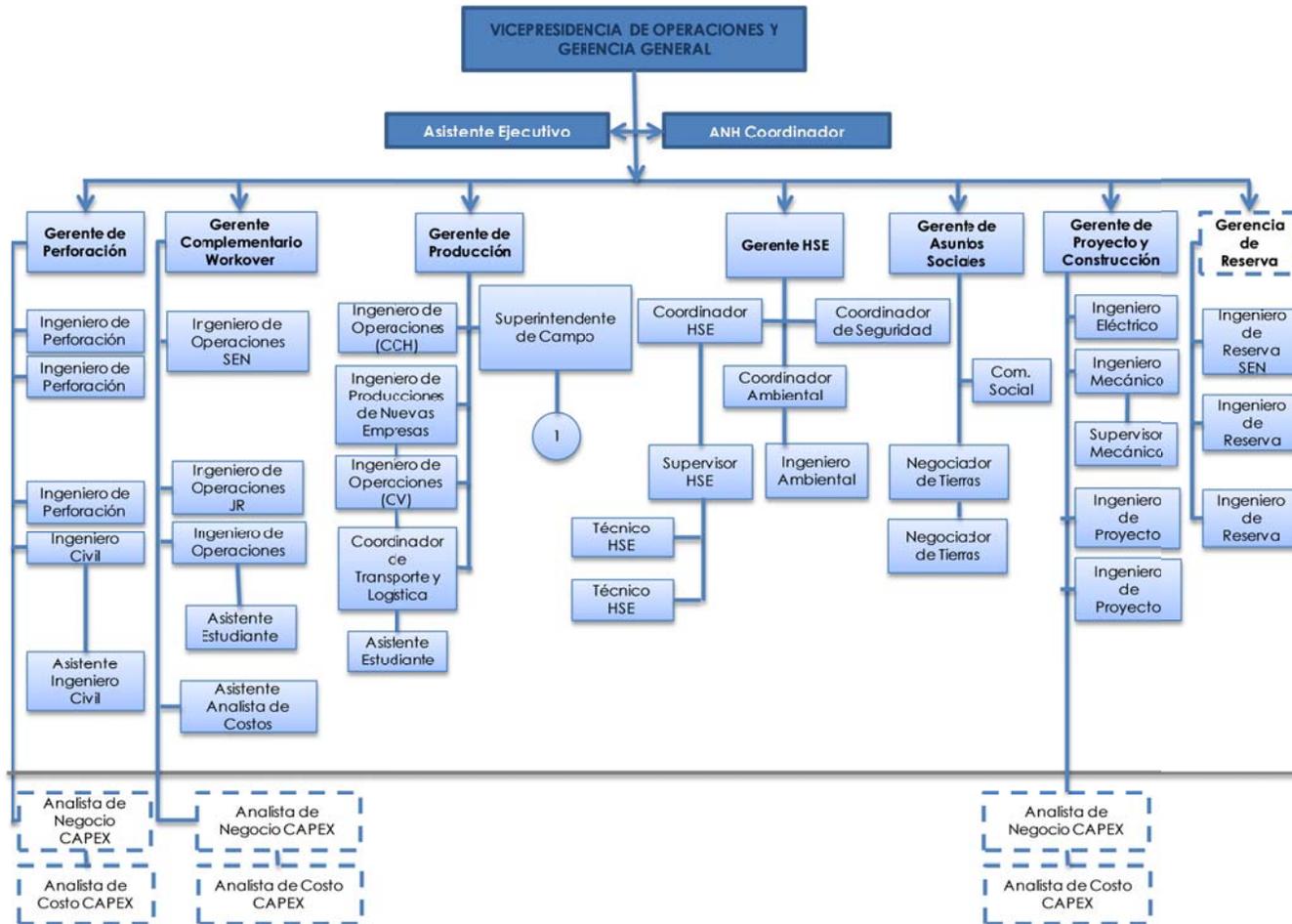
➤ **Costo de las actividades a desarrollar**

Los costos del desarrollo del proyecto dependen del tipo y magnitud de las actividades a desarrollar. Se manejan costos continuos referentes a las actividades normales de operación, es decir, aquellos relacionados con los servicios de personal fijo, transporte, comunicaciones, seguridad, mantenimiento, etc. Entre tanto, se presentan también otros costos puntuales, los cuales se refieren a actividades específicas (servicios de laboratorio, perforación de pozos, etc.). El costo total del proyecto se estima en \$8.000.000.000.00 (ocho mil millones de pesos colombianos).

➤ **Estructura organizacional de la empresa e instancia ambiental**

En la **Figura 2-4** se presenta el organigrama general del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**, al igual que su instancia ambiental.

El seguimiento ambiental a los proyectos realizados por el **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA** está en cabeza de la Vicepresidencia de Operaciones y la Gerencia General, quienes tienen a su cargo a la Gerencia HSE, que a su vez cuenta con el Coordinador Ambiental y el Ingeniero Ambiental de esta dependencia.



Fuente: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA, 2012.

Figura 2-4: Organigrama GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA, Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA.

APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 25 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

➤ Sistema Gerencial de Gestión Ambiental

El Sistema Gerencial de Gestión Ambiental se aplica a todas las etapas de desarrollo del proyecto: obras civiles (construcción, adecuación y mantenimiento de accesos viales, plataformas multipozo y facilidades de producción), perforación y pruebas de producción, líneas de flujo, inyección, desmantelamiento, restauración y abandono; y en general, la operación del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

En todos los casos, el Sistema estará orientado a actividades generales y específicas, para lo cual será revisado y actualizado periódicamente e inmediatamente antes de empezar cada etapa del Proyecto. De igual manera, será puesto al día y reeditado durante cada etapa para reflejar cambios en diseño de operaciones, en la legislación o los nuevos requerimientos de regulación.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho será actualizado de acuerdo a la información que se genere durante su ejecución, para lo cual el programador de actividades requerirá correcciones y redistribución de manera periódica. Cada edición del SGA, deberá ser claramente identificada para minimizar errores de comunicación y de suposición.

El Sistema de Gestión Ambiental a nivel gerencial, involucra las diferentes políticas ambientales del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**, los estándares nacionales e internacionales y el control mediante diferentes instrumentos; apoyado por una organización empresarial ambiental que diseña sus guías ambientales.

En la *Figura 2-5* se muestra la organización general para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Figura 2-5: Sistema de Gestión Ambiental.

El desarrollo adecuado de la gestión ambiental requiere de la implementación del Sistema de Gerencia Ambiental, para de éste modo lograr la coordinación, ejecución y supervisión de las acciones de prevención, mitigación y control ambiental planteadas en el Plan de Manejo Ambiental.

Algunos beneficios potenciales de actitudes y prácticas ambientales adecuadas son las siguientes:

- ★ **Legal:** Evita demandas judiciales, multas, costos legales, costos por "limpieza de imagen" y responsabilidades civiles.
- ★ **Imagen:** Mejora la imagen corporativa y el atractivo de la empresa para sus empleados.
- ★ **Gestión:** Permite mantener la conciencia tranquila, así como una mayor coherencia en las actuaciones y en el empleo del tiempo.

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 27 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

★ Filosofía del Sistema de Gestión Ambiental

La Filosofía del Sistema de Gestión Ambiental – SGA establece los objetivos básicos para asegurar que el buen desempeño ambiental sea un eje de las actuaciones del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**. Los fundamentos de la filosofía del Sistema de Gestión Ambiental son:

- Prevención de accidentes mayores que surjan de actividades operacionales.
- Limitación de los efectos de los accidentes mayores en la comunidad y el medio ambiente.
- Armonización de las medidas de control para prevenir y limitar accidentes mayores.
- Coordinación con todos los agentes públicos y privados dentro de las previsiones del sistema y en coherencia e integración con las actuaciones procedentes de otros campos que se desarrollen en el área de influencia del proyecto.
- Compromiso y liderazgo gerencial visible a la organización y responsabilidad a todos los niveles.
- Mitigación y reducción de riesgos a través del análisis de riesgos.
- Aseguramiento de integridad técnica, a través de buenos estándares, facilidades operacionales y equipos dentro de los parámetros establecidos.
- Buen control y gerencia en cambios en operaciones y herramientas.
- Adecuada disponibilidad de información corriente dirigida a herramientas y materiales.
- Selección cuidadosa, distribución correcta de presupuesto y entrenamiento apropiado de empleados.
- Aseguramiento de la ejecución de contratistas de manera consistente y compatible con las políticas del proyecto.
- Efectiva investigación de los incidentes, reportes y seguimiento.
- Adecuado reconocimiento comunitario, preparación y planeamiento contra emergencias.

| | |
|---|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 28 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

- Reconocimiento y monitoreo para identificación de oportunidades de mejora.

Al ser un sistema gerencial, las directivas apoyan la implementación del sistema, estableciendo responsabilidades de manejo a todo el equipo de trabajo. La responsabilidad será asignada a lo largo de la cadena de manejo para asegurar el compromiso y reconocimiento individual a todo nivel de la organización del equipo del proyecto.

★ Objetivos del Sistema de Gestión Ambiental

- Cumplir con los requerimientos de la Política de Protección Ambiental del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**.
- Seguir los estándares y códigos de práctica del SGA, aplicados a todas las fases del proyecto.
- Definir los estudios ambientales que deben ser llevados a cabo.
- Planear inspecciones, interventorías y auditorías ambientales y de seguridad operacional.
- Definir arreglos contractuales con los contratistas y subcontratistas de manejo del medio ambiente, que deben ser aplicados.
- Definir requerimientos específicos adicionales de protección ambiental, además de los contemplados en el Plan de Manejo Ambiental, cuando se requieran.
- Coordinar las acciones de promoción y difusión realizadas por las administraciones que intervengan en el Plan.
- Evaluar, identificar, estimar y valorar los efectos del SGA.
- Realizar el seguimiento al estado de materialización de cada uno de los componentes de la estructura del SGA y de los instrumentos que lo conforman. Para ello se tendrán en cuenta indicadores ajustados al carácter específico de cada acción y conforme a lo establecido en la planificación. En función de ello se propondrán las modificaciones y adaptaciones adecuadas.
- Elaborar informes sobre las actividades de control y seguimiento (inspecciones, interventorías, auditorías), en relación con la organización general del SGA.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 29 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

- Presentar periódicamente a la Gerencia General, un informe sobre medio ambiente, junto con los demás informes de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Alcanzar el liderazgo, alta capacidad gerencial y responsabilidad en todos los niveles.
- Reducir los riesgos ambientales realizando una amplia evaluación de los mismos.
- Garantizar la integridad técnica de las instalaciones siguiendo las reglas operacionales existentes de equipos y suministros, para evitar accidentes que puedan ocasionar daños al medio ambiente.
- Conseguir información precisa y actualizada en relación con los sistemas de protección ambiental (diques, sistemas de tratamiento, etc.).
- Evaluar continuamente el entrenamiento del personal sobre temas ambientales.
- Garantizar que el desempeño del contratista esté de acuerdo con las políticas en medio ambiente de la compañía.
- Realizar investigaciones efectivas de incidentes ambientales, obteniendo información suficiente y amplia para tomar las medidas preventivas respectivas.
- Planear y preparar adecuadamente el manejo de las emergencias en coordinación con el Plan de Contingencia.
- Evaluar y medir el rendimiento en materia de protección ambiental para determinar las posibilidades de mejora.
- El Gerente del Proyecto deberá delegar la responsabilidad de identificación de riesgos y aspectos peligrosos potenciales del Proyecto hacia la comunidad o el medio ambiente.
- El Coordinador Ambiental o a quien se le designen las funciones respectivas, será el responsable de implementar el seguimiento y de garantizar la efectividad del SGA.
- El encargado de la perforación, tendrá que monitorear y controlar las actividades en el campo de operaciones, garantizando la entrega al Operador del sitio o a los Contratistas de un campo seguro, operable y sostenible que pueda funcionar dentro de las restricciones ambientales establecidas para éste.

| | |
|--|--|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 30 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

- El enlace con las autoridades que regulan el cumplimiento de las normas ambientales será responsabilidad del Gerente, con el soporte del personal ambiental asignado al proyecto.
- Todos los contratistas y subcontratistas deben comprometerse a seguir las políticas de protección ambiental, por lo tanto adquieren las responsabilidades respectivas relacionadas con el tema.
- Cada Contratista tendrá una persona encargada de Medio Ambiente, perteneciente a su propio personal o contratará una empresa externa para esta posición; para de éste modo, asegurar que todos los aspectos relacionados con estos temas sean bien coordinados y aplicados de acuerdo con las políticas del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**. El responsable delegado por la empresa contratista y todos los empleados que participen en la elaboración y desarrollo del programa de protección ambiental, deben tener capacidad comprobada y sus hojas de vida deberán tener la aprobación de **C&C ENERGÍA**.

★ Alcance del Sistema de Gestión Ambiental

El SGA se aplica a todas las etapas del proyecto de explotación de hidrocarburos.

El sistema debe ser periódicamente revisado y puesto al día inmediatamente antes de empezar cada etapa de desarrollo; así como también debe ser reeditado durante las mismas, para reflejar cambios en diseño de operaciones, legislación o nuevos requerimientos de regulación.

El Sistema de Gestión Ambiental no corresponde a un documento final. A lo largo del desarrollo del Proyecto y a medida que se tenga disponible información adicional será necesario y apropiado ponerlo al día. En particular, el programador de actividades requerirá correcciones periódicas y redistribución. Cada edición del SGA, deberá ser claramente identificada para minimizar errores de comunicación y errores de suposición.

| | |
|--|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

| | | |
|---|---|---|
|  | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS MORPHO | Capítulo 2 |
| | | Página 31 de 230 |
| | | Efectivo a partir de: Septiembre de 2012 |

➤ **Política Ambiental del GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA**

Las políticas ambientales son establecidas con el fin de permitir el desarrollo de los proyectos en un medio natural que responde de manera inmediata a los cambios que sobre él se producen; éstas políticas muestran la efectividad del manejo ambiental a través del tiempo y abren el camino para mejorar continuamente los procedimientos. El **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA** se esforzará por mejorar día a día en la gestión ambiental, disminuyendo los impactos sobre la comunidad y el medio ambiente en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, mediante la aplicación de los siguientes principios:

- ★ Desarrollar sus actividades de forma que asegure en todo aspecto, la protección del medio ambiente mediante el acatamiento y cumplimiento de las leyes y regulaciones vigentes en Colombia.
- ★ Proveer entrenamiento periódico a todos los empleados, mejorar la tecnología y atraer la cooperación de proveedores y comunidades vecinas para desarrollar mejores prácticas ambientales.
- ★ Evaluar los riesgos ambientales de los proyectos sobre la comunidad y el medio ambiente, de tal manera que se puedan prever y tomar medidas de control efectivas. De igual modo, estos aspectos se deberán socializar y dar a conocer a todas las partes involucradas.
- ★ Implementar las políticas específicas de medio ambiente y respuesta a emergencias, en cada lugar de trabajo. Estas políticas se enmarcarán dentro de las directrices del **GRUPO C&C ENERGÍA (BARBADOS) SUCURSAL COLOMBIA** y se aplicarán en conformidad a las leyes y reglamentos pertinentes.
- ★ Mostrar el desempeño ambiental y mejorarlo continuamente.
- ★ Integrar el medio ambiente al negocio de explotación de hidrocarburos.

| | |
|---|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

★ Elementos de la Gestión Ambiental

Entre los principales elementos de la gestión ambiental se tienen:

- Asistencia directa a las divisiones y/o subdivisiones del proyecto.
- Auditorías ambientales.
- Comunicaciones efectivas.
- Apoyo legal y normativo.
- Formación y entrenamiento.
- Tecnología ambiental.
- Costos de la gestión ambiental.

2.2.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

A continuación se presenta la descripción general de la infraestructura vial existente en el Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, elaborada de acuerdo a la categorización del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), del año 2008, y los lineamientos establecidos en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS) en el año 2010.

Los corredores viales identificados en campo, presentan características similares en su recorrido de acuerdo al tipo de vía, estas similitudes hacen referencia básicamente a las características geométricas del trayecto, la conformación de la banca, el estado de la calzada, la señalización, la presencia de estructuras para el paso de corrientes hídricas y obras de drenaje para el manejo y control de la escorrentía superficial.

2.2.1.1 Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y propuesta de adecuación

La infraestructura existente en la zona del proyecto está representada principalmente por las vías de acceso al área e infraestructura petrolera ubicada dentro del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho y zonas aledañas. En la **Tabla 2-6** y la **Figura 2-6** se presentan las rutas de movilización identificadas en el área.

Tabla 2-6: Rutas de movilización hasta el ingreso del Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho.

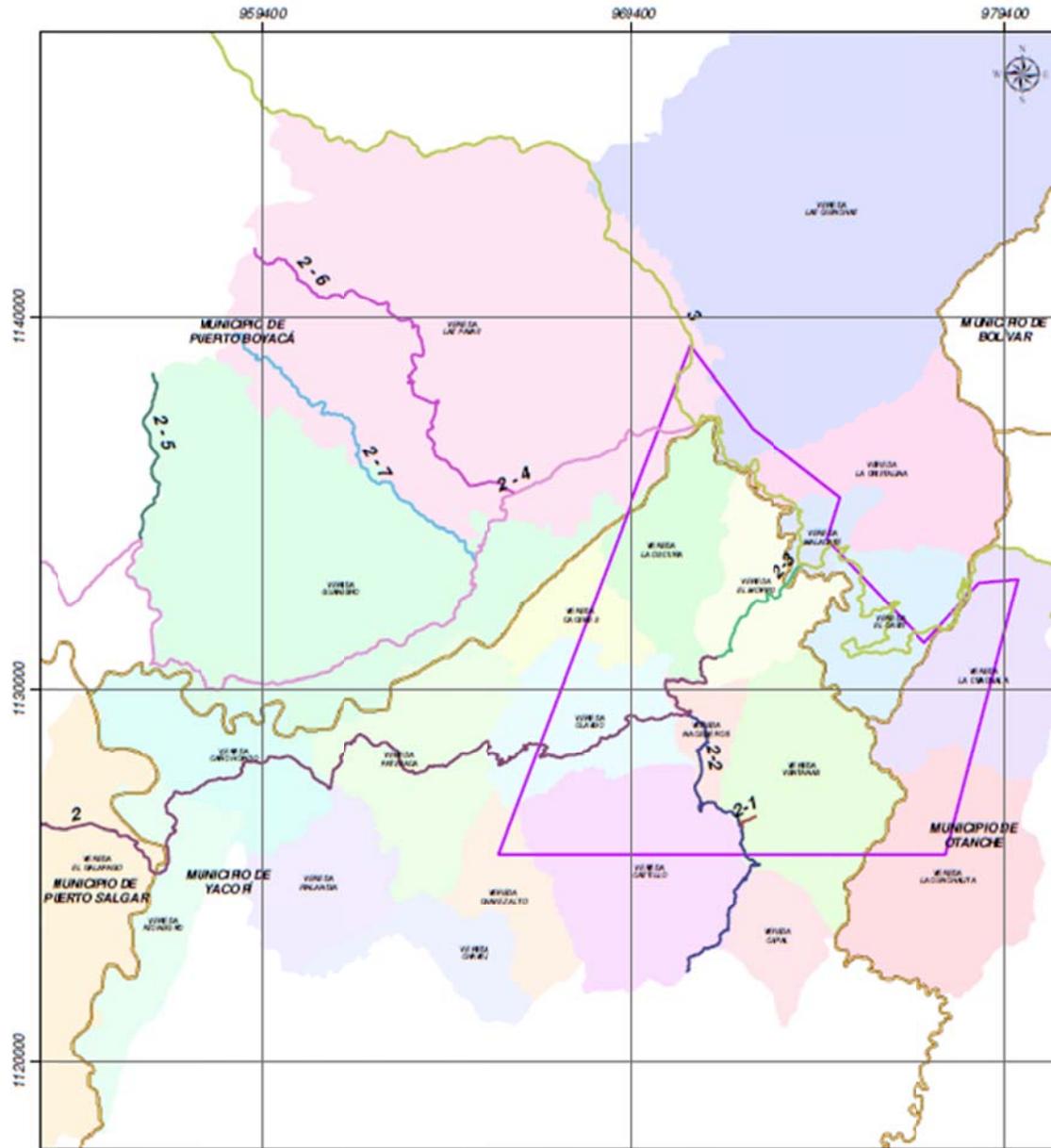
| VÍA | DESDE | HACIA | DISTANCIA (km) | TIEMPO DE RECORRIDO (Aprox.) | ESTADO |
|---------|--|---|----------------|------------------------------|---|
| Vía 1 | Entrada Patevaca sobre la Ruta del Sol que conduce a Puerto Boyacá | Entrada sector 2 ½, que conduce al caserío de Puerto Romero | 27 km + 300 m | 40 minutos | Vía de orden nacional de doble sentido, identificada por el INVIAS como la ruta 50. Se encuentra pavimentada y en buen estado. Esta vía comunica el centro (Bogotá) con la parte norte (Cartagena) del país, de la cual parten los accesos hacia los departamentos cercanos al área del proyecto. |
| Vía 2 | Cruce vial Ruta del Sol | Caserío de la vereda El Morro – Pozos exploratorios Zeus-1, Morpho y Baco | 47 km + 515 m | 2 horas | Vía de orden municipal, de doble carril, destapada. Se encuentra conformada por material seleccionado compactado. |
| Vía 2-1 | Cruce vial sector La Y, que conduce al caserío de la vereda El Morro | Caserío de la vereda El Castillo | 10 km + 650 m | 45 minutos | Vía de un solo carril, que en la mayor parte de su recorrido presenta baches. En época de altas precipitaciones debe ser transitada con precaución. |
| Vía 2-2 | Vía que comunica el caserío de la vereda Ventanas | Caserío Bejucales (ubicado fuera del área de influencia del proyecto) | 0 km + 581 m | 15 minutos | Esta vía presenta deslizamiento antes de la llegada al caserío de la vereda Ventanas. Se encuentra conformada en terreno natural, produciendo restricción de paso vehicular. |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

Continuación Tabla 2-6:

| VÍA | DESDE | HACIA | DISTANCIA (km) | TIEMPO DE RECORRIDO (Aprox.) | ESTADO |
|---------|---|---|----------------|------------------------------|---|
| Vía 2-3 | Cruce vial caserío vereda El Morro | Puente colgante río Guaguaqui - Sector Puerto Romero | 4 km + 245 m | 1,5 horas | El inicio de la vía presenta un solo carril, el cual se encuentra conformado en terreno natural, hasta cerca del lindero veredal, con una longitud de 400 m. Desde este punto, es posible continuar a lo largo de un sendero peatonal de 3 km + 845 m, hasta el puente colgante que cruza el río Guaguaqui, ubicado en la vereda La Oscura. |
| Vía 2-4 | Cruce vial caserío Puerto Romero | Sector El 25, cruce vial Ruta del Sol | 45 km + 38 m | 180 minutos | El inicio de la vía presenta un solo carril, el cual se encuentra conformado en terreno natural. |
| Vía 2-5 | Cruce k23+00 que viene del caserío de Puerto Romero hacia el caserío Pescado. | Hasta el cruce de la vía que viene del sector 2 y medio hacia Puerto Romero | 5 km + 8 m | 90 minutos | Vía de un solo carril, que en la mayor parte de su recorrido está conformada en material compactado. |
| Vía 2-6 | Desde el sector Las Pavas | Cruce vial que viene del Caserío Puerto Romero hacia el sector el 25. | 13 km + 662 m | 45 minutos | Vía de un solo carril, que en la mayor parte de su recorrido está conformada en material compactado. |
| Vía 2-7 | Desde la vía que conduce del caserío de Puerto romero | Sector alto del Piñal. | 11 km + 215 m | 40 minutos | Vía de un solo carril, que en la mayor parte de su recorrido está conformada en material compactado. |
| Vía 3 | Cruce vial Ruta del Sol | Caserío Puerto Romero – Municipio de Otanche – Ciudad de Bogotá. | 745 km + 200 m | 6 horas | En su inicio, la vía se encuentra pavimentada y posee doble carril hasta el K15+100. De ahí en adelante está conformada en material seleccionado. Desde el Caserío Puerto Romero K37+400, hasta el municipio de Otanche se presentan deslizamientos de la banca en varios sectores. |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.
Figura 2-6: Rutas de acceso al Área de Explotación Morpho identificadas.

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA.

APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA

➤ **Vía 1: Vía Ruta del Sol – La Dorada – Puerto Boyacá – Sector 2 ½ que conduce al caserío de Puerto Romero**

La Ruta del Sol, denominada en el presente estudio la Vía 1, parte de la ciudad de Bogotá, pasando por los municipios de La Vega, Villeta, Guaduas, La Dorada y Puerto Boyacá, en cercanías al Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho. Esta vía de orden nacional ha sido categorizada por el INVIAS como la Ruta 50 y se caracteriza por presentar doble carril, estar completamente pavimentada y señalizada tanto vertical, como horizontalmente.

De ésta vía parten la Vía 2, que comunica a la Ruta del Sol con el caserío de la vereda El Morro – Pozo Zeus – 1, la cual cuenta con una longitud de K47+515; y la Vía 3, desde el sector conocido como 2 ½, hacia el caserío de Puerto Romero, la cual se constituye en la entrada norte al Área de Explotación de Hidrocarburos Morpho, para posteriormente continuar hacia los municipios de Otanche, Zipaquirá y Bogotá, cubriendo una longitud total de K745+200.

En la **Tabla 2-7** se presenta la descripción general de la Vía 1 – Ruta del Sol – La Dorada – Puerto Boyacá. Sector 2 ½ que conduce al caserío de Puerto Romero. Así mismo, en el **Anexo 2. Formatos de campo – 2.1 Civil**, se incluyen las fotografías de las estructuras identificadas a lo largo de la vía, junto con una breve descripción (dimensiones y estado actual).

Tabla 2-7: Vía 1: Vía Ruta del Sol – La Dorada – Puerto Boyacá – Sector 2 ½ que conduce al caserío de Puerto Romero.

| FOTOGRAFÍA | COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ | DIMENSIONES | OBSERVACIONES |
|---|--|---------------------|---|
|  | K0+000 Este 939638 Norte 1124316 | Ancho vía: 9,5 m | Ruta nacional INVIAS 50. Presenta doble carril, completamente pavimentada y señalizada tanto vertical como horizontalmente. |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

| | |
|---|---|
| ELABORADO POR:  | REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA. |
| | APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS SUCURSAL COLOMBIA |

Continuación Tabla 2-7:

| FOTOGRAFÍA | COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ | DIMENSIONES | OBSERVACIONES |
|---|---|-------------------|--|
|  | K1+300 Este 939514 Norte 1125550 | Longitud: 50 m | Puente en concreto sobre la Ruta del Sol, cruzando el río Negrito. Presenta doble carril, con barandas metálicas y una capacidad de 20 toneladas aproximadamente (fuera del área de influencia). |
|  | K4+700 Este 938567 Norte 1128728 | - | Puente en concreto sobre la Ruta del Sol, cruzando el río Negro. Presenta barandas en tubo y doble carril, con una capacidad de 20 toneladas (fuera del área de influencia). |
|  | K27+300 Este 945396 Norte 1148554 | - | Sector 2 ½, entrada hacia el caserío de Puerto Romero (fuera del área de influencia). |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2012.

➡ **Vía 2: Cruce vial Ruta del Sol - Caserío vereda El Morro – Pozo Zeus – 1**

La Vía 2, parte de la Ruta del Sol (K0+000) se caracteriza por presentar doble carril, y señalización vertical, aunque se encuentra destapada. Comunica a los caseríos de Patevaca y El Morro; así como también con la plataforma multipozo pozo Zeus – 1, teniendo una longitud de K47+515. Se encuentra conformada en material seleccionado y compactado, obras realizadas para la perforación de los pozos exploratorios Zeus-1, Morpho y Baco.

En la actualidad, ésta vía presenta baches menores y var como puentes y alcantarillas, los cuales se describ Adicionalmente, en el **Anexo 2. Formatos de c** fotografías de las estructuras identificadas a lo la descripción (dimensiones y estado actual).

Tabla 2-8: Vía 2: Cruce vial Ruta del Sol - Caseri

| FOTOGRAFÍA | COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ | D |
|--|--|-----------------------|
|   | <p>K0+000</p> <p>Este 940615 Norte 1121588</p> | <p>A</p> |
|   | <p>K0+364</p> <p>Este 940935 Norte 1121672</p> | <p>L Ar A</p> |

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ar

ELABORADO POR:



REVISADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS

APROBADO POR: C&C ENERGÍA BARBADOS