

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL**

**CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

**TABLA DE CONTENIDO**

|             |                                                         |             |
|-------------|---------------------------------------------------------|-------------|
| <b>2</b>    | <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....</b> | <b>2-7</b>  |
| <b>2.1.</b> | <b>LOCALIZACIÓN.....</b>                                | <b>2-7</b>  |
| <b>2.2.</b> | <b>CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....</b>               | <b>2-12</b> |
| 2.2.1       | Infraestructura Existente.....                          | 2-22        |
| 2.2.2       | Actividades a desarrollar .....                         | 2-49        |
| 2.2.3       | Abandono y restauración final.....                      | 2-137       |



## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                              | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 2-1. Coordenadas del bloque PUT - 2.....                                                                                               | 2-8         |
| Tabla 2-2. Ocupación de áreas bloque PUT-2 y APE Canelo Nogal .....                                                                          | 2-9         |
| Tabla 2-3. Coordenadas del área de interés exploratorio Canelo Nogal .....                                                                   | 2-9         |
| Tabla 2-4. Etapas y actividades a realizar durante la exploración del área de Canelo Nogal .....                                             | 2-16        |
| Tabla 2-5. Cronograma de la fase de exploración del área de interés exploratorio Canelo Nogal (primer pozo) .....                            | 2-18        |
| Tabla 2-6. Estimativo de costos de la construcción y perforación del primer pozo ..                                                          | 2-19        |
| Tabla 2-7. Necesidad de recursos naturales para el proyecto.....                                                                             | 2-19        |
| Tabla 2-8. Responsabilidades y funciones del SGGA .....                                                                                      | 2-22        |
| Tabla 2-9. Clasificación de vías.....                                                                                                        | 2-23        |
| Tabla 2-10. Tramos de la vía Puerto Guzmán –San Luis - Puerto Rosario .....                                                                  | 2-27        |
| Tabla 2-11. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón .....                                                                 | 2-29        |
| Tabla 2-12. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón .....                                                                 | 2-33        |
| Tabla 2-13. Tramos de la vía San Luis – Las Perlas .....                                                                                     | 2-34        |
| Tabla 2-14. Cruces de cuerpos de agua de sendero Buenos Aires del Mandúr – Las Villas.....                                                   | 2-41        |
| Tabla 2-15. Estructuras de interés en el sendero Buenos Aires del Mandúr - Las Villas .....                                                  | 2-41        |
| Tabla 2-16. Cruces de cuerpos de agua de sendero Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte.....                                              | 2-42        |
| Tabla 2-17. Estructuras de interés en el sendero Buenos Aires del Mandúr - Nuevo Horizonte.....                                              | 2-42        |
| Tabla 2-18. Áreas de exploración y producción cercanas al APE Canelo Nogal.....                                                              | 2-45        |
| Tabla 2-19. Pozos petroleros encontrados en zonas cercanas al APE Canelo Nogal .                                                             | 2-46        |
| Tabla 2-20. Especificaciones generales para las nuevas vías .....                                                                            | 2-55        |
| Tabla 2-21. Especificaciones para la localización de bahías.....                                                                             | 2-56        |
| Tabla 2-22. Distribución de áreas para cada plataforma tipo dentro del APE Canelo Nogal .....                                                | 2-58        |
| Tabla 2-23. Características del sistema de piscinas .....                                                                                    | 2-59        |
| Tabla 2-24. Obras de drenaje y estructuras típicas necesarias para las vías de acceso a locaciones.....                                      | 2-70        |
| Tabla 2-25. Volúmenes de movimientos de tierra por longitud máxima de vías de acceso.....                                                    | 2-81        |
| Tabla 2-26. Movimientos de tierras para las plataformas de perforación (una locación tipo) .....                                             | 2-84        |
| Tabla 2-27. Cálculo del área a intervenir en el área de interés exploratorio Canelo Nogal para construcción de plataformas .....             | 2-87        |
| Tabla 2-28. Cálculo estimado del área a intervenir en el área de interés exploratorio Canelo Nogal para construcción de vías de acceso ..... | 2-87        |
| Tabla 2-29. Factor de volúmenes por tipo cobertura vegetal .....                                                                             | 2-88        |
| Tabla 2-30. Ubicación de puentes en concreto sobre la vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr .....                                           | 2-88        |
| Tabla 2-31. Puntos de ocupaciones de cauces accesos internos del APE proyectados.....                                                        | 2-89        |
| Tabla 2-32. Franja de captación propuesta .....                                                                                              | 2-89        |
| Tabla 2-33. Canteras licenciadas en el área de estudio .....                                                                                 | 2-90        |
| Tabla 2-34. Fuentes de emisión durante las obras civiles .....                                                                               | 2-90        |

|                                                                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabla 2-35. Manejo y disposición residuos sólidos domésticos e industriales.....                                     | 2-92  |
| Tabla 2-36. Empresas especializadas y rellenos sanitarios autorizados .....                                          | 2-93  |
| Tabla 2-37. Maquinaria y equipo requerido durante las obras civiles .....                                            | 2-94  |
| Tabla 2-38. Cronograma de obras civiles .....                                                                        | 2-95  |
| Tabla 2-39. Equipos de los sistemas de la torre de perforación .....                                                 | 2-101 |
| Tabla 2-40. Equipos a utilizar para la perforación de pozos .....                                                    | 2-102 |
| Tabla 2-41. Insumos a utilizar en las diferentes actividades de la perforación.....                                  | 2-108 |
| Tabla 2-42. Principales fuentes de emisiones durante la perforación de un pozo ..                                    | 2-113 |
| Tabla 2-43. Personal base requerido durante la etapa de perforación .....                                            | 2-113 |
| Tabla 2-44. Actividades generadoras de los diferentes tipos de residuos durante la perforación .....                 | 2-115 |
| Tabla 2-45. Tratamiento y disposición de residuos sólidos domésticos durante la etapa de perforación.....            | 2-116 |
| Tabla 2-46. Empresas para manejo de residuos aceitosos y contaminados con aceites o hidrocarburos .....              | 2-117 |
| Tabla 2-47. Tratamiento y disposición de residuos sólidos domésticos durante la etapa de pruebas de producción ..... | 2-127 |
| Tabla 2-48. Especificaciones de la tubería de polietileno de alta densidad .....                                     | 2-130 |
| Tabla 2-49. Manejo y generación de residuos durante la construcción de las líneas de flujo.....                      | 2-136 |

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

|                                                                                                                | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Fotografía 2-1. Vía Puerto Asís – Villa Garzón .....                                                           | 2-24        |
| Fotografía 2-2. Vía de acceso Puerto Guzmán – Vereda San Luis. ....                                            | 2-27        |
| Fotografía 2-3. Identificación de alcantarillas enmalezadas en la vía Puerto Guzmán – El Bombón (K1+530) ..... | 2-28        |
| Fotografía 2-4. Identificación de baches en el K10+000 (vereda el Bombón).....                                 | 2-28        |
| Fotografía 2-5. Identificación de tránsito de carga pesada en la vía Puerto Guzmán – El Bombón .....           | 2-29        |
| Fotografía 2-6. Tramo El Bombón – San Luis a la altura de la escuela de la vereda San Luis .....               | 2-32        |
| Fotografía 2-7. Alcantarilla tipo presente en la vía El Bombón – San Luis .....                                | 2-33        |
| Fotografía 2-8. Vía La Estrella – Las Perlas .....                                                             | 2-35        |
| Fotografía 2-9. Vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr.....                                                    | 2-37        |
| Fotografía 2-10. Cruces de cuerpos de agua vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr ....                         | 2-38        |
| Fotografía 2-11. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Las Villas ..                            | 2-40        |
| Fotografía 2-12. Puente en madera existente sobre el caño Azul en la vereda Las Villas (K1+880) .....          | 2-40        |
| Fotografía 2-13. Sendero que comunica la vereda Buenos Aires del Mandúr con la vereda Nuevo Horizonte .....    | 2-42        |
| Fotografía 2-14. Puente en madera sobre la quebrada Agua Clara (K3+050).....                                   | 2-43        |
| Fotografía 2-15. Sendero a la vereda Nuevo Horizonte desde Buenos Aires del Mandúr .....                       | 2-43        |
| Fotografía 2-16. Puerto del municipio de Puerto Guzmán .....                                                   | 2-44        |
| Fotografía 2-17. Muelle en la vereda Puerto Rosario.....                                                       | 2-44        |
| Fotografía 2-18. Vista de la batería Toroyaco .....                                                            | 2-47        |
| Fotografía 2-19. Vista de la batería Linda.....                                                                | 2-48        |
| Fotografía 2-20. Vista de la batería Mary .....                                                                | 2-49        |
| Fotografía 2-21. Vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr .....                                                  | 2-51        |
| Fotografía 2-22. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Las Villas ..                            | 2-51        |
| Fotografía 2-23. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Nuevo Horizonte.....                     | 2-52        |
| Fotografía 2-24. Almacenamiento tipo de ACPM.....                                                              | 2-61        |
| Fotografía 2-25. Helipuerto Tipo para transporte de personal .....                                             | 2-64        |
| Fotografía 2-26. Caseta temporal para el almacenamiento de los materiales .....                                | 2-79        |
| Fotografía 2-27. Almacenamiento temporal de residuos en las obras civiles .....                                | 2-80        |
| Fotografía 2-28. Torre de perforación.....                                                                     | 2-97        |
| Fotografía 2-29. Tubería de perforación.....                                                                   | 2-99        |
| Fotografía 2-30. Brocas de Perforación .....                                                                   | 2-100       |
| Fotografía 2-31. Sistema de Lodos.....                                                                         | 2-100       |
| Fotografía 2-32. Sistema de control de sólidos .....                                                           | 2-101       |
| Fotografía 2-33. Maquinaria utilizada durante la perforación .....                                             | 2-103       |
| Fotografía 2-34. Equipo de cementación utilizado en perforación .....                                          | 2-104       |
| Fotografía 2-35. Contenedores utilizados durante la perforación de pozos.....                                  | 2-105       |
| Fotografía 2-36. Equipos instalados en la etapa de pruebas de producción .....                                 | 2-121       |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                    | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 2-1. Localización geográfica del área de interés exploratorio Canelo Nogal ....             | 2-7         |
| Figura 2-2. Ubicación bloque PUT-2 y APE Canelo Nogal .....                                        | 2-8         |
| Figura 2-3. Ubicación del polígono del área de interés exploratorio Canelo Nogal ..                | 2-11        |
| Figura 2-4. Carta Crono-Estratigráfica Cuenca Caguán-Putumayo. ....                                | 2-14        |
| Figura 2-5. Unidades Litoestratigráficas Cuenca del Putumayo. ....                                 | 2-15        |
| Figura 2-6. Estructura organizacional de PETRONOVA COLOMBIA .....                                  | 2-21        |
| Figura 2-7. Vía Puerto Asís- Villa Garzón – Puerto Guzmán .....                                    | 2-26        |
| Figura 2-8. Vías de acceso al APE Canelo Nogal .....                                               | 2-36        |
| Figura 2-9. Vías internas del APE Canelo Nogal.....                                                | 2-39        |
| Figura 2-10. Áreas de interés exploratorias aledañas al bloque PUT-2 .....                         | 2-45        |
| Figura 2-11. Vías a adecuar y construir dentro del APE Canelo Nogal .....                          | 2-53        |
| Figura 2-12. Diseño en planta de una bahía de estacionamiento .....                                | 2-57        |
| Figura 2-13. Diseño tipo de una placa del taladro .....                                            | 2-59        |
| Figura 2-14. Esquema de los muertos para anclaje de la torre.....                                  | 2-60        |
| Figura 2-15. Esquema de la cuneta de aguas lluvias en concreto simple .....                        | 2-62        |
| Figura 2-16. Cuneta de aguas aceitosas .....                                                       | 2-62        |
| Figura 2-17. Parámetros de diseño para los helipuertos.....                                        | 2-65        |
| Figura 2-18. Sección transversal Alcantarilla Sencilla. ....                                       | 2-72        |
| Figura 2-19. Sección longitudinal Alcantarilla Sencilla.....                                       | 2-72        |
| Figura 2-20. Detalle atraque Alcantarilla doble. ....                                              | 2-73        |
| Figura 2-21. Sección transversal Alcantarilla doble.....                                           | 2-74        |
| Figura 2-22. Detalle atraque Alcantarilla triple.....                                              | 2-75        |
| Figura 2-23. Sección transversal Alcantarilla triple. ....                                         | 2-75        |
| Figura 2-24. Esquema Tipo de puente .....                                                          | 2-78        |
| Figura 2-25. Préstamo lateral para la conformación de vías.....                                    | 2-82        |
| Figura 2-26. Sección transversal tipo del terraplén sobre tramos de vía de acceso a construir..... | 2-82        |
| Figura 2-27. Préstamo lateral para la conformación de locaciones.....                              | 2-83        |
| Figura 2-28. Diseño de ZODME tipo .....                                                            | 2-86        |
| Figura 2-29. Proceso de perforación del taladro .....                                              | 2-99        |
| Figura 2-30. Distribución típica de las instalaciones dentro de la plataforma de perforación ..... | 2-107       |
| Figura 2-31. Estado mecánico de un pozo en el área de Canelo Nogal .....                           | 2-111       |
| Figura 2-32. Facilidades tempranas a instalar.....                                                 | 2-122       |
| Figura 2-33. Esquema de un cargadero de carrotanques.....                                          | 2-123       |
| Figura 2-34. Cruces de los cuerpos de agua sobre marcos “H”.....                                   | 2-131       |
| Figura 2-35. Cruce por las vías de acceso .....                                                    | 2-132       |
| Figura 2-36. Adecuación del derecho de vía .....                                                   | 2-133       |

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En este capítulo se describen las actividades que se realizarán durante la fase de exploración del área de interés Canelo Nogal en sus diferentes etapas, así como la descripción de la infraestructura existente en el área y de los recursos naturales a utilizar durante el desarrollo del presente proyecto.

### 2.1. LOCALIZACIÓN

El área de interés exploratorio Canelo Nogal ocupa una extensión de 69,02 km<sup>2</sup> y se localiza dentro del bloque PUT-2, en el municipio de Puerto Guzmán, en el departamento de Putumayo, tal como se observa en el plano C&MA-PTN-AMB-1110-01-1/24 que se encuentra en el **Anexo I: Cartografía**, del presente documento.

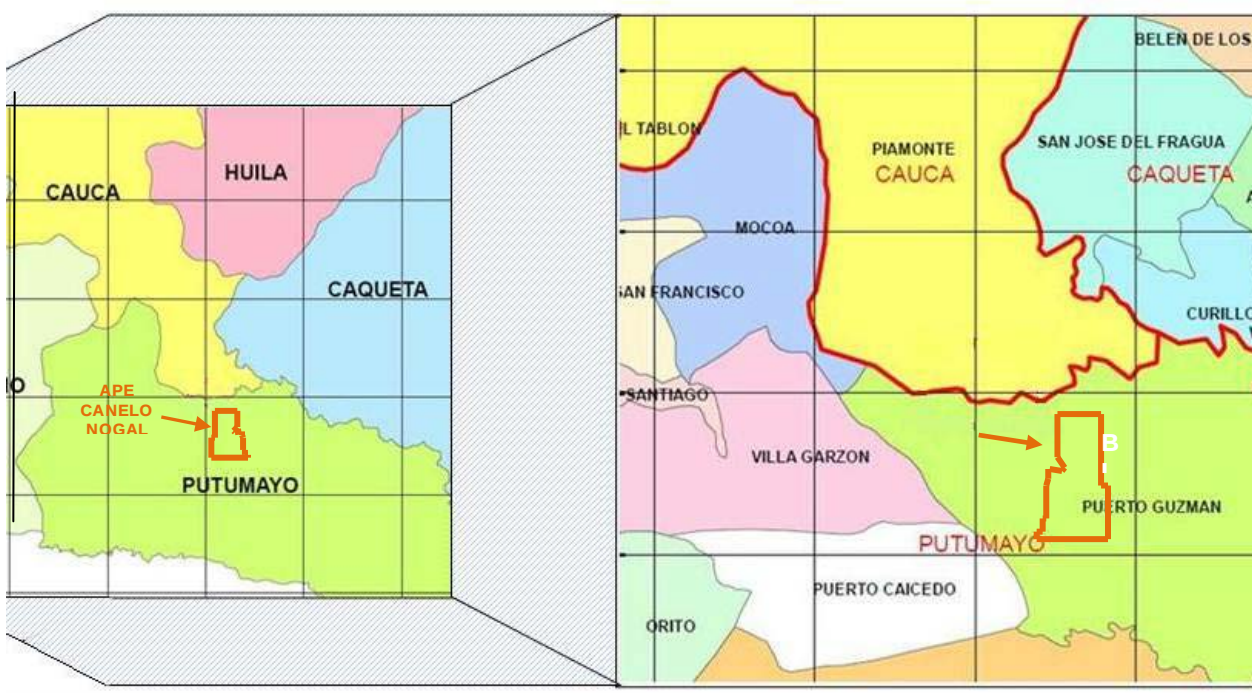


**Figura 2-1. Localización geográfica del área de interés exploratorio Canelo Nogal**

A continuación se muestra la figura de ubicación del APE Canelo Nogal con respecto al Bloque PUT-2.

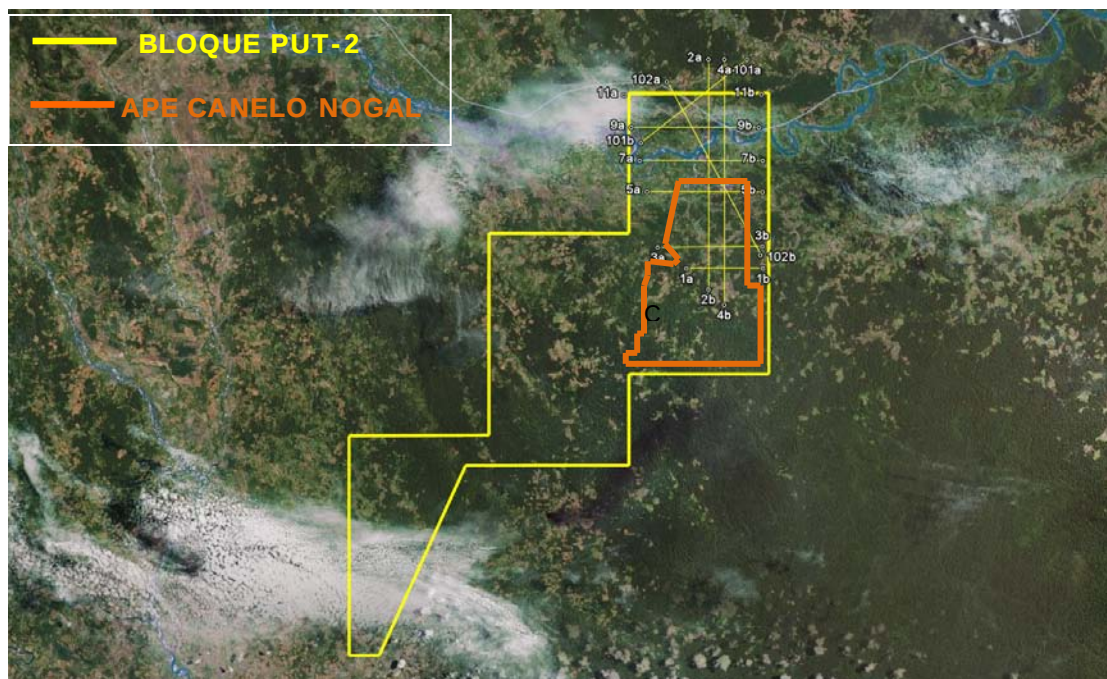


**Figura 2-2. Ubicación bloque PUT-2 y APE Canelo Nugal**

Las coordenadas del bloque PUT-2 en donde se encuentra el APE Canelo Nugal se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2-1. Coordenadas del bloque PUT - 2**

| PUNTO | COORDENADAS PLANAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ |            |
|-------|------------------------------------------------------|------------|
|       | NORTE                                                | ESTE       |
| A     | 593212,460                                           | 739566,333 |
| B     | 593206,502                                           | 748849,288 |
| C     | 602428,242                                           | 748855,363 |
| D     | 602422,095                                           | 758138,321 |
| E     | 583979,644                                           | 758127,128 |
| F     | 583984,766                                           | 748843,740 |
| G     | 578004,393                                           | 748840,656 |
| H     | 578004,239                                           | 738010,146 |
| I     | 565549,180                                           | 732261,859 |
| J     | 565550,129                                           | 730266,651 |
| K     | 574773,491                                           | 730274,028 |
| L     | 579952,923                                           | 730274,627 |
| M     | 579985,740                                           | 739558,320 |

Fuente: PETRONOVA Colombia, 2011

La comparación entre la ocupación de áreas entre el Bloque PUT-2 y el área de interés exploratorio Canelo Nogal se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2-2. Ocupación de áreas bloque PUT-2 y APE Canelo Nogal**

| ÁREA BLOQUE PUT-2 |        | ÁREA APE CANELO NOGAL |       |
|-------------------|--------|-----------------------|-------|
| Km <sup>2</sup>   | Ha     | Km <sup>2</sup>       | Ha    |
| 390,62            | 39.062 | 69,02                 | 6.902 |

Las coordenadas del área de interés exploratorio Canelo Nogal, se presentan en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3. Coordenadas del área de interés exploratorio Canelo Nogal**

| PUNTO | COORDENADAS<br>DATUM MAGNA SIRGAS<br>ORIGEN BOGOTA |         | COORDENADAS<br>DATUM BOGOTÁ<br>ORIGEN 3 OESTE |            |
|-------|----------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|------------|
|       | ESTE                                               | NORTE   | ESTE                                          | NORTE      |
| 1     | 753.321                                            | 595.636 | 1.087.317,2                                   | 595.560,24 |
| 2     | 757.265                                            | 595.633 | 1.091.258,6                                   | 595.560,57 |
| 3     | 757.259                                            | 588.999 | 1.091.258,0                                   | 588.930,75 |
| 4     | 758.147                                            | 588.998 | 1.092.145,5                                   | 588.930,45 |
| 5     | 758.143                                            | 583.972 | 1.092.145,3                                   | 583.907,59 |
| 6     | 749.953                                            | 583.978 | 1.083.960,7                                   | 583.907,48 |
| 7     | 749.953                                            | 584.802 | 1.083.960,1                                   | 584.730,91 |
| 8     | 750.580                                            | 584.801 | 1.084.586,7                                   | 584.730,38 |
| 9     | 750.581                                            | 585.999 | 1.084.586,8                                   | 585.927,56 |
| 10    | 751.003                                            | 585.999 | 1.085.008,5                                   | 585.927,88 |
| 11    | 751.005                                            | 588.974 | 1.085.008,2                                   | 588.900,85 |
| 12    | 751.054                                            | 588.981 | 1.085.057,1                                   | 588.907,88 |
| 13    | 751.364                                            | 589.688 | 1.085.366,3                                   | 589.614,64 |
| 14    | 751.175                                            | 589.746 | 1.085.177,4                                   | 589.672,46 |
| 15    | 751.175                                            | 590.147 | 1.085.177,1                                   | 590.073,18 |
| 16    | 751.333                                            | 590.546 | 1.085.334,7                                   | 590.472,04 |
| 17    | 751.984                                            | 590.545 | 1.085.985,2                                   | 590.471,56 |
| 18    | 752.789                                            | 590.332 | 1.086.789,9                                   | 590.259,34 |
| 19    | 753.077                                            | 590.695 | 1.087.077,4                                   | 590.622,33 |
| 20    | 752.572                                            | 591.378 | 1.086.572,2                                   | 591.304,47 |
| 21    | 752.367                                            | 591.508 | 1.086.367,2                                   | 591.434,22 |

Fuente: PETRONOVA Colombia

|                                                                                   |                                                                                         |                   |            |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |            |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Versión: 1 |                                                                                     |

En la siguiente figura se muestra la ubicación del polígono del APE Canelo Nogal.

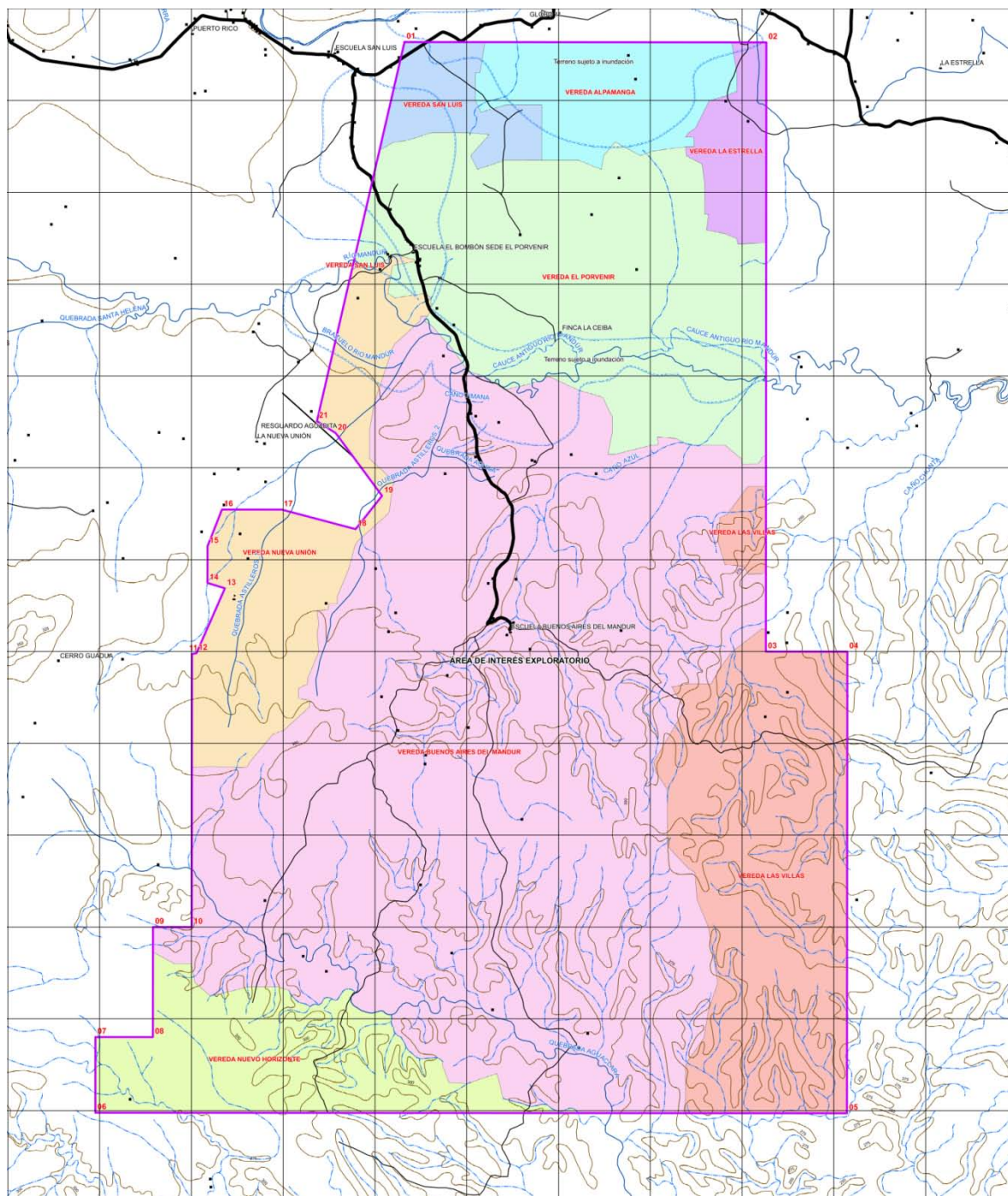


**Figura 2-3. Ubicación del polígono del área de interés exploratorio Canelo Nogal**

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### Objetivos

- Encontrar depósitos de hidrocarburos mediante la perforación de pozos exploratorios en el área de interés exploratorio Canelo Nogal.
- Desarrollar las actividades relacionadas con la perforación de pozos exploratorios acorde con los lineamientos ambientales existentes sobre la materia, y concordantes con las condiciones ambientales y sociales específicas para el proyecto de perforación exploratoria en el área de interés Canelo Nogal.
- Obtener la Licencia Ambiental para el desarrollo de las actividades previstas en el proyecto de perforación exploratoria del área de interés Canelo Nogal.

Con el fin de dar cumplimiento al contrato de Exploración y Producción del bloque PUT-2, la empresa PETRONOVA Colombia planea dar inicio con las actividades de perforación exploratoria en el área Canelo Nogal, mediante el licenciamiento ambiental de ésta para la perforación de hasta 15 pozos exploratorios. El alcance de las actividades del proyecto, incluye:

- Construcción de 5 plataformas multipozo de aproximadamente 7 Ha cada una como área máxima de intervención; en la cual se incluyen zonas como: área de préstamo lateral, zonas para almacenamiento de descapote, zona de disposición de cortes, zonas para riego por aspersión, entre otras (ver Tabla 2-23); y la posibilidad de perforar 3 pozos en cada una de ellas. Las coordenadas de las plataformas de perforación y de los pozos exploratorios, se precisarán en los respectivos planes de manejo ambiental específicos.
- Mejoramiento en algunos puntos específicos de la vía Tipo 4 que del casco urbano de Puerto Guzmán conduce a la vereda San Luis. Esta vía es destapada y pertenece al municipio de Puerto Guzmán.
- Adecuación en algunos sectores puntuales de la vía de acceso Tipo 4 que de la vereda San Luis conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr, incluidas sus obras de arte y construcción de nuevas obras en algunos caños de escorrentía.
- Construcción de nuevas vías de acceso directo a las plataformas multipozos con una longitud máxima de 10 km por locación, partiendo desde la vía Tipo 4 que conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr. Las vías se construirán respetando los criterios establecidos en la zonificación ambiental del presente documento.
- Instalación y operación de las facilidades tempranas de producción, necesarias para atender los requerimientos de las pruebas de producción (en el caso de obtener resultados positivos en alguno de los pozos perforados). Estas facilidades se instalarán en cualquiera de las plataformas multipozos construidas utilizando el área de las 7 has y por tanto no se requiere la ampliación de la plataforma multipozo.
- Instalación de cargaderos de crudo y transporte de crudo en carrotanque desde cada plataforma hasta la batería La Linda, Toroyaco o la estación Santana.
- Adecuación de ZODMES para la disposición de materiales sobrantes de excavación
- Realizar captación de aguas superficiales del río Mandúr.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-12 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Realizar vertimiento del agua residual ya tratada, mediante las siguientes opciones:
  - ✓ Disponerlas sobre el mismo cuerpo de agua propuesto para captación en un punto ubicado a 100m aguas debajo de éste.
  - ✓ Disposición mediante riego por aspersión en las vías a utilizar del proyecto o en un área de aspersión que se podrá ubicar en zonas cercanas a las locaciones de los pozos exploratorios
  - ✓ Tratamiento y disposición final por medio de empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos y que cuenten con los permisos ambientales requeridos para tal fin.
- Realizar aprovechamiento forestal de acuerdo con los tipos de coberturas existentes y de acuerdo a los sitios definitivos de ubicación de las plataformas y vías de acceso a las mismas.
- Instalación de una tea, en el área donde se instalarán las facilidades tempranas de producción, y que está destinada a quemar el gas proveniente de los procesos de perforación y pruebas extensas de producción.
- Construcción de áreas para el almacenamiento de los residuos domésticos e industriales generados durante el desarrollo de las actividades del proyecto (zona de almacenamiento de residuos sólidos, patio chatarra).
- Construcción e instalación de líneas de flujo de hasta 6" de diámetro entre pozos que conecten desde los pozos a perforar hasta donde se instalen las facilidades tempranas de producción. Las longitudes máximas a construir de líneas de flujo será de 50 km.
- Construcción y operación de un helipuerto en las áreas estipuladas para las plataformas a construir.
- Construcción de un centro logístico de exploración (CLEX) para el apoyo a la perforación de los pozos. El CLEX estará ubicado dentro del área de unas de las plataformas del APE Canelo Nogal y permitirá el almacenamiento de equipos, materiales y tubería y la instalación de un campamento.

### **Caracterización del yacimiento – Geología del área**

El área de interés exploratorio Canelo Nogal se localiza en la cuenca sedimentaria Caguán-Putumayo, la cual es clasificada tradicionalmente como de Foreland con respecto a la cadena montañosa Andina. Limita al occidente con el sistema de fallas de vergencia sur oriental que produjo el levantamiento de la Cordillera Oriental durante el Cenozoico Tardío.

La secuencia sedimentaria identificada en la cuenca se encuentra comprendida por rocas que van desde el Paleozoico hasta el Reciente. Durante el Paleozoico Inferior se han reportado sedimentos de margen pasivo, mientras que en el Triásico y Jurásico se han reportado condiciones de rift; en el Cretáceo Superior - Cenozoico continúa el depósito de la secuencia sedimentaria que evidencia el inicio de la deformación compresiva, que se intensifica en el Plioceno. (Ver Figura 2-4).

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-13 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

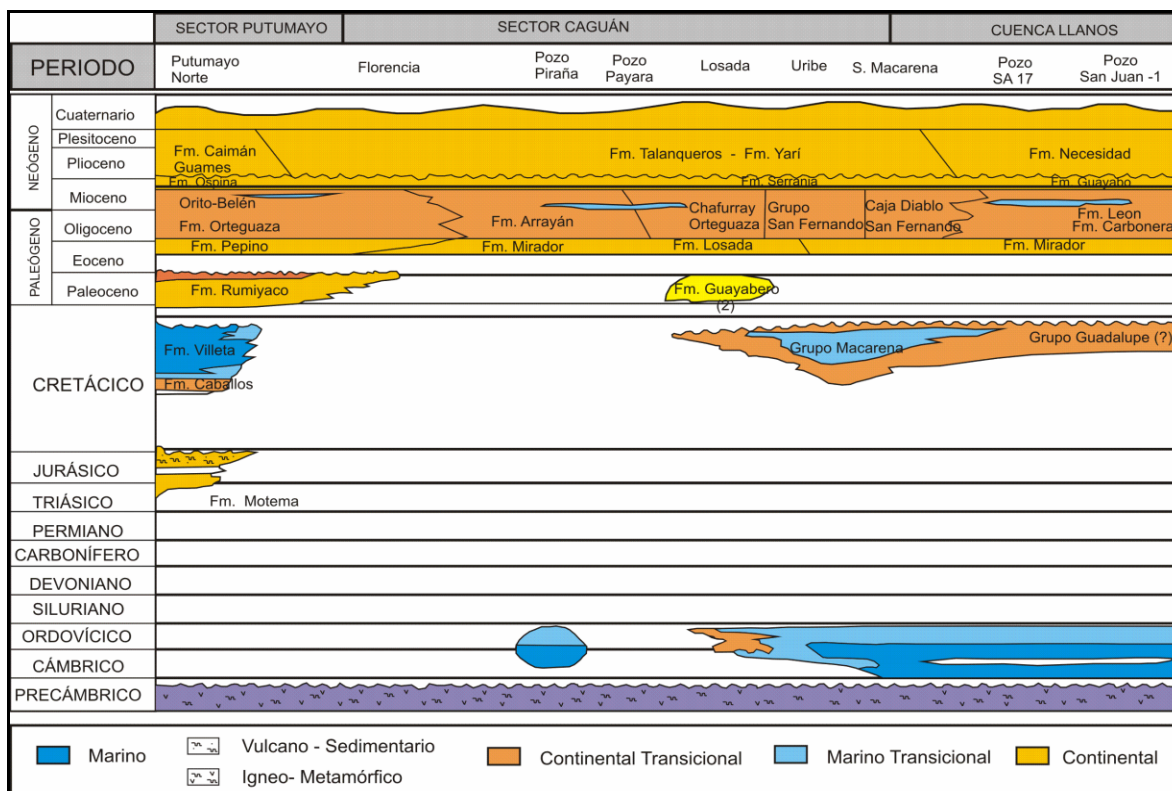


**Figura 2-4. Carta Crono-Estratigráfica Cuenca Caguán-Putumayo.**

Fuente ICP, 1997.

En términos generales la estratigrafía regional del área de estudio se encuentra dominada por depósitos cuaternarios de origen aluvial y gravitacional que se encuentran diseminados a lo largo de toda la cuenca y sedimentos del Terciario, Cretáceo y precretáceo (Formación Saldaña que ha sido definida como vulcano sedimentario). Los sedimentos Terciarios dentro de la cuenca están representados por las Formaciones Orito, Pepino y Rumiayaco, de origen continental con baja influencia marina y los sedimentos del Cretáceo están representados por las Formaciones Villeta (de origen marino) y Caballos (origen continental) (Ver Figura 2-5).

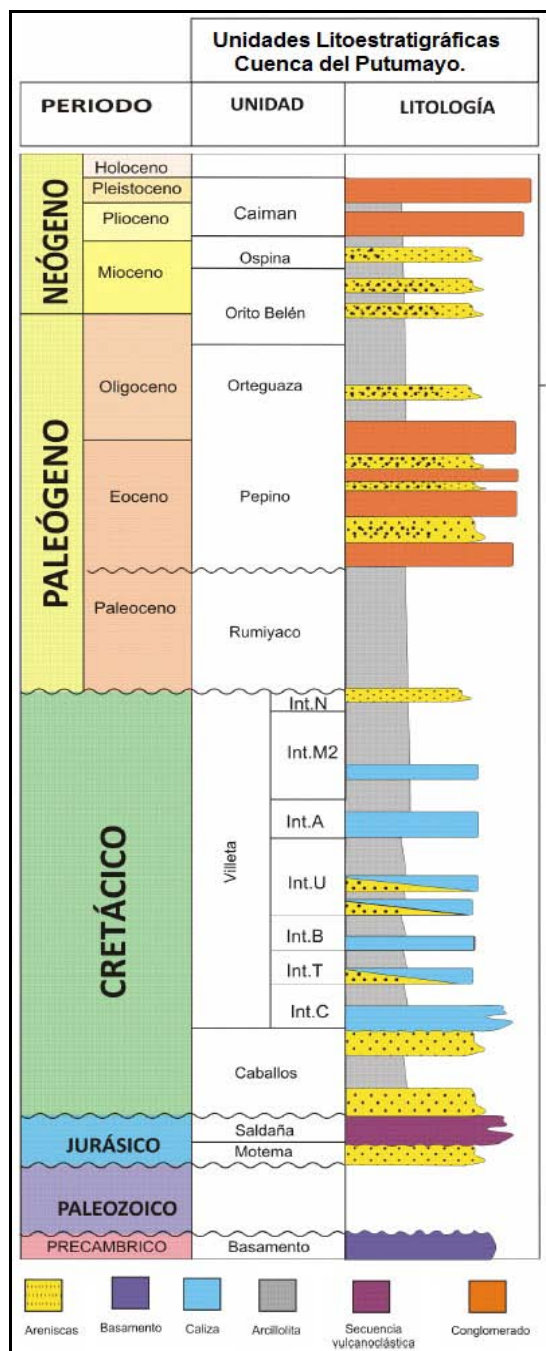


**Figura 2-5. Unidades Litoestratigráficas Cuenca del Putumayo.**

Fuente Gems, 2008.

### ➤ ETAPAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Las etapas de ejecución y organización del proyecto son las siguientes:

**Tabla 2-4. Etapas y actividades a realizar durante la exploración del área de Canelo Nogal**

| ETAPA                                                             | ACTIVIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pre-operativa                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la información y comunicación ante las autoridades municipales de las actividades a desarrollar durante la fase de exploración del área</li> <li>Realizar la socialización del proyecto ante las Autoridades Municipales de Puerto Guzmán.</li> <li>Realizar la socialización a los presidentes de las JAC de las veredas del AID y organizar con ellos las reuniones ante las comunidades</li> <li>Realizar por medio de reuniones de apertura la socialización ante las comunidades del AID del proyecto</li> <li>Realizar reuniones de cierre para informar sobre los impactos determinados en las reuniones con la comunidad y las medidas planteadas para éstos</li> <li>Presentación del EIA ante el MAVDT para la obtención de la licencia ambiental para la etapa de exploración del campo.</li> <li>Continuar con el análisis de las ubicaciones de los posibles prospectos exploratorios.</li> <li>Realizar la ingeniería básica y de detalle de las locaciones a construir</li> <li>Una vez se adquiere la licencia, se realiza el PMA específico de la locación, junto con su respectiva socialización de acuerdo con lo requerido por la licencia.</li> </ul> |
| Obras civiles                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando se tiene la definición de las ubicaciones de los pozos exploratorios, se continúa con la adecuación de vías existentes (si aplica), la construcción de las plataformas de perforación y vías de acceso a los nuevos pozos. En caso de salir productivo el primer pozo exploratorio, se continúa con la construcción y montaje de las facilidades tempranas de producción y el avance de la perforación de más pozos exploratorios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Perforación de pozos exploratorios y pruebas cortas de producción | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se realiza la perforación propiamente dicha del pozo exploratorio con sus respectivas etapas de registros, entubamiento, pruebas cortas de producción y completamiento. Si es productivo el primer pozo exploratorio se continuará con la fase de las pruebas extensas de producción.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Pruebas extensas                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las pruebas extensas de producción se realizan para conocer las propiedades del crudo y el potencial del pozo. Durante las pruebas de producción, los fluidos extraídos se tratarían en las facilidades tempranas instaladas en la plataforma de un pozo del campo y se transportarían por carrotaques hasta la batería la Linda, Toroyaco o la estación Santana u otra cercana.</li> <li>Es importante resaltar que el crudo podrá ser transportado a través de líneas de flujo desde la localización de cada pozo hasta el lugar donde se instalen las facilidades tempranas de producción.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| ETAPA                                                                                         | ACTIVIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preparación para la fase de explotación o desmantelamiento, abandono y restauración del área. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Por último, la fase final del proyecto consiste en el desmantelamiento, restauración y abandono de las áreas intervenidas, en el escenario en que se decida no continuar con la exploración del área o iniciar con el proceso del licenciamiento ambiental y adecuación del área para la fase de explotación. Si se decide abandonar el área, se realizará el desmantelamiento de la infraestructura existente, la limpieza y desarme de las facilidades (tanques, vasijas, etc.), la recuperación de las áreas intervenidas que así lo requieran y el cierre de la gestión social del proyecto.</li> </ul> |

➤ **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El cronograma estimado de la duración del proyecto se muestra en la Tabla 2-5.

**Tabla 2-5. Cronograma de la fase de exploración del área de interés exploratorio Canelo Nogal (primer pozo)**

| ACTIVIDAD                                                      | DÍAS       | MESES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------|------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                |            | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| <b>ETAPA PREOPERATIVA</b>                                      | <b>195</b> |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Información y comunicación                                     | 15         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Elaboración del EIA                                            | 90         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Obtención de la licencia ambiental para la fase de exploración | 90         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>ETAPA DE OBRAS CIVILES</b>                                  | <b>90</b>  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Adecuación y construcción de vía de acceso                     | 90         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Construcción plataforma de perforación                         | 60         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>ETAPA DE PERFORACIÓN</b>                                    | <b>90</b>  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Movilización de equipos y armado de la torre                   | 15         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Perforación y completamiento                                   | 45         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Desarme y desmovilización                                      | 15         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Pruebas cortas                                                 | 15         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>ETAPA DE PRUEBAS EXTENSAS</b>                               | <b>180</b> |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>ETAPA DE RESTAURACIÓN</b>                                   | <b>30</b>  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

➤ **COSTO TOTAL DEL PROYECTO Y COSTO DE OPERACIÓN ANUAL DEL MISMO**

En cuanto al costo de la perforación éste se estimó para el primer pozo exploratorio, el cual reporta los siguientes valores:

**Tabla 2-6. Estimativo de costos de la construcción y perforación del primer pozo**

| Ítem         | Descripción                                        | COL \$                  |
|--------------|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 1            | Servidumbres (adquisición de terrenos e inmuebles) | \$ 200.000.000          |
| 2            | Obras Civiles (incluye alquiler de maquinaria)     | \$ 1.575.000.000        |
| 3            | Perforación                                        | \$ 3.800.000.000        |
| <b>TOTAL</b> |                                                    | <b>\$ 5.575.000.000</b> |

La inversión para la perforación de los demás pozos exploratorios proyectados se definirá una vez se inicien las labores de gestión de los mismos.

➤ **NECESIDADES DE RECURSOS NATURALES, SOCIALES Y CULTURALES**

En todas las etapas de la exploración del área de interés exploratorio Canelo Nogal, el recurso natural más utilizado será el recurso agua, tanto para captación del recurso como para uso del mismo para vertimiento de las aguas residuales industriales ya tratadas. En el ítem 2.2.2 Actividades a desarrollar y en el capítulo 4 Uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, se realiza una descripción más detallada de los recursos naturales que se plantea utilizar durante el proyecto.

**Tabla 2-7. Necesidad de recursos naturales para el proyecto**

| USO Y APROVECHAMIENTO    | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Captación de Agua        | Superficial: Río Mandúr (ver Tabla 2-33).                                                                                                                                                                              |
|                          | Acueducto Puerto Guzmán.                                                                                                                                                                                               |
| Vertimiento              | Disponerlas sobre el mismo cuerpo de agua propuesto para captación en un punto ubicado a 100m aguas abajo de éste.                                                                                                     |
|                          | Disposición mediante riego por aspersión en las vías a utilizar del proyecto o en un área de infiltración (por medio de aspersores) que se podrá ubicar en áreas aledañas a las locaciones de los pozos exploratorios. |
|                          | Mediante la entrega a terceros (empresas especializadas que cumplan con los permisos ambientales) para el tratamiento y disposición final de este tipo de residuos                                                     |
| Aprovechamiento forestal | Se plantea realizar un aprovechamiento forestal teniendo en                                                                                                                                                            |

| USO Y APROVECHAMIENTO      | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <p>cuenta los siguientes factores de volumen maderable por cobertura vegetal(ver capítulo 4 Uso y aprovechamiento del presente documento):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bosque fragmentado (Volumen total m<sup>3</sup>/ha) = <b>135,75</b></li> <li>Bosque denso alto (Volumen total m<sup>3</sup>/ha) = <b>836,2</b></li> <li>Bosque denso bajo (Volumen total m<sup>3</sup>/ha) = <b>249,1</b></li> <li>Vegetación secundaria (rastroyo alto y bajo) (Volumen total m<sup>3</sup>/ha) = <b>69,13</b></li> <li>Fustales en mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (Volumen total m<sup>3</sup>/ha) = <b>40,107</b></li> </ul> |
| Materiales de construcción | Se comprarán a terceros en el área que cuenten con las licencias ambientales requeridas para la actividad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Ocupaciones de cauces      | Se plantean realizar ocupaciones de cauces en varios cuerpos de agua del APE, según lo ameriten los trazados de construcción de vías hacia las plataformas. Igualmente, en el caso de la adecuación de algunas obras de arte existentes en la vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

A nivel social el proyecto intervendrá las veredas del área de influencia que se presentan en la Tabla 2-8 y se hará uso de la infraestructura hotelera, de servicios y de comercio del casco urbano de Puerto Guzmán por ser el más cercano al área de interés y contar con una mayor infraestructura de servicios que permita suplir las necesidades del proyecto. De igual forma se hará uso de la infraestructura vial del municipio para acceder al APE.

**Tabla 2-8. Veredas que se encuentran dentro del APE Canelo Nogal**

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO     | VEREDA                  |
|--------------|---------------|-------------------------|
| Putumayo     | Puerto Guzmán | Buenos Aires del Mandúr |
|              |               | Porvenir                |
|              |               | Alpamanga               |
|              |               | San Luis                |
|              |               | La Villas               |
|              |               | La Estrella             |
|              |               | Nueva Unión             |
|              |               | Nuevo Horizonte         |

Para el área de influencia directa según las certificaciones expedidas por el Ministerio del Interior y de Justicia y del INCODER, NO existen territorios legalmente constituidos por comunidades afrocolombianas o indígenas (**ver Anexo E1:** correspondencia enviada y recibida del Anexo Social).

### ➤ ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

A través de la estructura organizacional y responsabilidades, los elementos del sistema de gestión ambiental son atendidos e implementados. Para el desarrollo de las actividades PETRONOVA COLOMBIA ha definido su estructura organizacional y la estructura del proyecto (ver Figura 2-6).

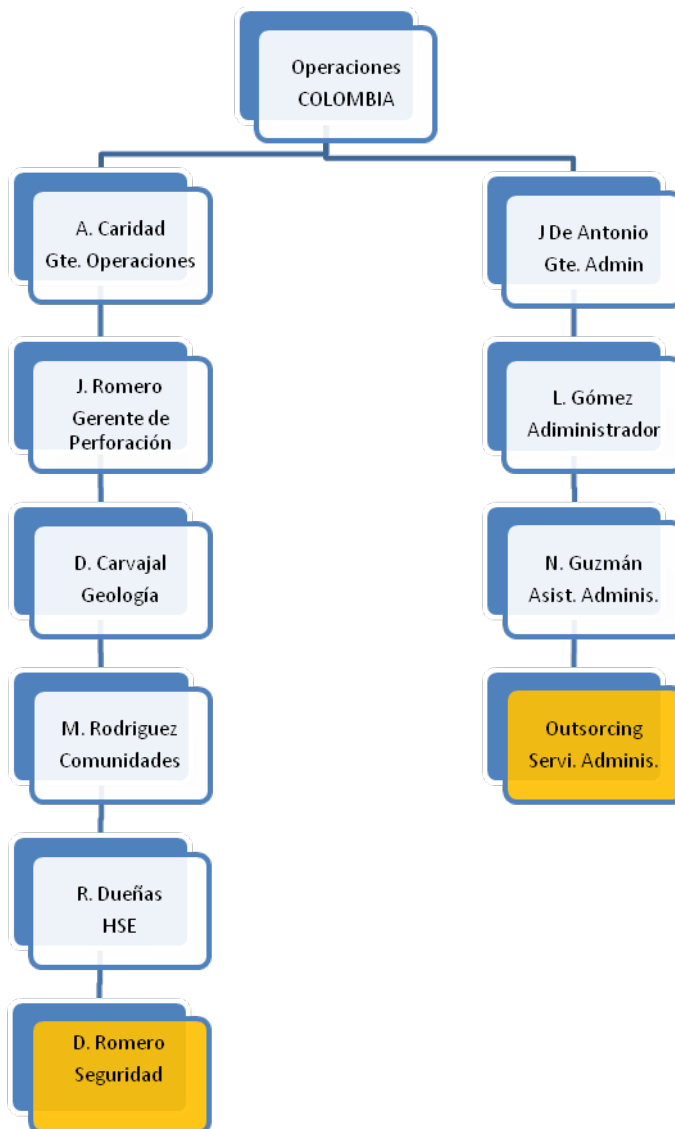


**Figura 2-6. Estructura organizacional de PETRONOVA COLOMBIA**

Fuente: PETRONOVA Colombia

A continuación se presentan los responsables y funciones de las personas que administrarán el sistema de gestión ambiental:

**Tabla 2-9. Responsabilidades y funciones del SGGA**

| RESPONSABLE                       | FUNCIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gerente de Operaciones – Colombia | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar la gestión ambiental de PETRONOVA COLOMBIA</li> <li>▪ Aprobar la política ambiental</li> <li>▪ Aprobar los objetivos y metas ambientales</li> <li>▪ Aprobar los procedimientos ambientales del sistema de gestión ambiental</li> <li>▪ Proveer los recursos necesarios para la implementación y mantenimiento del sistema de gestión ambiental en el ámbito de su proceso</li> <li>▪ Revisar el sistema de gestión ambiental</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Coordinador HSE                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elaborar y proponer la política ambiental</li> <li>▪ Elaborar los objetivos y metas del sistema de gestión ambiental</li> <li>▪ Elaborar los respectivos procedimientos ambientales</li> <li>▪ Coordinar y supervisar el desarrollo y cumplimiento de la política ambiental, como los programas y medidas del Plan de Manejo Ambiental y los compromisos adquiridos en la licencia ambiental para la exploración del área</li> <li>▪ Mantener actualizado el manual de gestión ambiental</li> <li>▪ Difundir y promover las medidas y prácticas de manejo ambiental en todo los trabajadores y contratistas</li> <li>▪ Revisar los procedimientos ambientales</li> <li>▪ Hacer seguimiento a la ejecución de los programas y medidas de administración ambiental</li> <li>▪ Promover la administración de no conformidades identificadas, definiendo las acciones correctivas y promoviendo su implementación</li> <li>▪ Elaborar los respectivos informes de seguimiento y presentarlos al Gerente de Operaciones.</li> </ul> |
| Interventor HSE y Social          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seguimiento a las actividades de implementación del plan de manejo ambiental establecido en el EIA y las responsabilidades establecidas en la licencia ambiental de la etapa exploratoria.</li> <li>▪ Elaboración de informes y reportes a PETRONOVA COLOMBIA y las autoridades ambientales.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Trabajadores y contratistas       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Velar por el cumplimiento de la Política, Objetivos y Metas ambientales del sistema de gestión ambiental</li> <li>▪ Conocer los aspectos e impactos ambientales asociados a sus actividades</li> <li>▪ Cumplir las prácticas y procedimientos establecidos, adoptando las medidas preventivas para evitar impactos ambientales, riesgos y accidentes.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Fuente: PETRONOVA Colombia

## 2.2.1 Infraestructura Existente

### 2.2.1.1. Vías e infraestructura asociada

Para la descripción de las vías de acceso al APE Canelo Nogal y sus vías internas se utilizará la clasificación establecida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la cual tiene en cuenta el tipo de rodadura de la vía, el ancho de la calzada y el tipo de poblaciones a comunicar. En la Tabla 2-10 se enuncian los tipos de vías su descripción y características geométricas.

**Tabla 2-10. Clasificación de vías.**

| Tipo de Vía | Código | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                              | Características                         |                  |                                    |
|-------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------------------|
|             |        |                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ancho                                   | Capa de Rodadura | Transitable                        |
| Tipo 1      | T 1    | Son aquellas troncales, transversales y accesos a Capitales de Departamento. Es una carretera la cual puede tener uno o dos calzadas. En el caso de ser una sola calzada tendrá dos o más carriles. Las carreteras consideradas como Tipo 1 deben funcionar pavimentadas | Una o más calzadas. Dos o más carriles. | Pavimento.       | Puede ser transitada todo el año.  |
| Tipo 2      | T 2    | Son aquellas vías que unen los centros poblados de un municipio entre sí y/o que provienen de un centro poblado y conectan con una carretera Tipo 1. Estas vías tienen un carril y funcionan sobre pavimento.                                                            | Un carril (angosta).                    | Pavimento.       | Puede ser transitada todo el año.  |
| Tipo 3      | T 3    | Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Tipo 1. Estas vías tienen dos o más carriles y pueden funcionar en afirmado                                                       | Dos o más carriles.                     | Afirmado.        | Puede ser transitada todo el año.  |
| Tipo 4      | T 4    | Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Tipo 4 deben funcionar en afirmado.                                                                                             | Un carril (angosta)                     | Afirmado.        | Puede ser transitada todo el año.  |
| Tipo 5      | T 5    | Son aquellas vías que unen corregimientos municipales con fincas o unen fincas entre sí. El camino está a nivel rasante sin mejorar                                                                                                                                      | Un Carril (angosta)                     | Rasante.         | Puede ser transita en tiempo seco. |
| Tipo 6      | T 6    | Son aquellas que unen fincas entre sí. Se ven representadas por los caminos de herradura o las huellas dejadas por el tránsito de vehículos.                                                                                                                             | Un carril (angosta)                     | Terreno natural. | Puede ser transita en tiempo seco  |
| Tipo 7      | T 7    | Son senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.                                                                                                                                                                                                          | Peatonal.                               | Terreno natural. | Puede ser transita en tiempo seco. |

Fuente: Instituto panamericano de geografía e historia, Convenciones Topográficas, Publicación No 321, segunda edición, reimpresión 1999. Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Colombia, 2008.

Para acceder al área de interés exploratorio Canelo Nogal, se llega por vía aérea desde la ciudad de Bogotá hasta el casco urbano del municipio de Puerto Asís o al centro poblado de Villa Garzón. Si se parte de Puerto Asís, se toma la vía pavimentada y en algunos tramos en afirmado de carácter nacional Tipo 2 hacia Villa Garzón, desde donde se toma la vía en afirmado caracterizada Tipo 3 hasta Puerto Guzmán; desde este centro poblado se realiza el acceso al APE Canelo Nogal por una vía destapada Tipo 4 que lleva al caserío de Puerto Rosario, donde a la altura de la vereda San Luis se encuentra el cruce hacia la derecha que conduce por una vía Tipo 4 a la vereda Buenos Aires del Mandúr.

### Descripción de la red vial

- Vía Puerto Asís – Villa Garzón (K0+000 – K71+000)**

Esta vía se extiende por una longitud de 71 kilómetros con una superficie de rodadura en pavimento flexible en buen estado con un ancho promedio de calzada equivalente a

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

8m sobre una topografía plana a suavemente ondulada; se destacan dentro de este recorrido el paso por las poblaciones de Santa Ana, San Pedro, Puerto Caicedo y Puerto Umbría. Actualmente existe un tramo de aproximadamente 20km entre el sector Puerto Umbría – Villa Garzón que corresponde a la Ruta 4502 que aún se encuentra en trabajos de pavimentación. Sobre esta vía de carácter Tipo 2 el tráfico característico se compone por vehículos particulares y vehículos de carga pesada.

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| VÍA PUERTO ASÍS – PUERTO CAICEDO K2+300                                            | VÍA PUERTO ASÍS – PUERTO CAICEDO SECTOR SAN PEDRO K18+900                           |
|  |  |
| VÍA PUERTO UMBRÍA – VILLA GARZON EN OBRA DE PAVIMENTACIÓN K48+500                  | VÍA PUERTO UMBRÍA – VILLA GARZÓN EN EL PUENTE SOBRE EL RÍO UCHUAYACO K53+900        |

### **Fotografía 2-1. Vía Puerto Asís – Villa Garzón**

- Vía Villa Garzón – Puerto Guzmán (K0+000 – K32+000)**

A la altura del K2+000 desde la cabecera municipal de Villa Garzón hacia Puerto Umbría se encuentra a la margen izquierda la vía de acceso Tipo 3 que conduce al municipio de Puerto Limón, a la vereda El Jauno y al municipio de Puerto Guzmán, respectivamente. A la altura del K4+900 sobre el margen derecho se encuentra la entrada a la Batería Costayaco, a la altura del K10+200 y en el K12+600 sobre el margen izquierdo se encuentra uno de los cruces que conduce al municipio de Puerto Limón, a la altura del K14+500 se encuentra el sector conocido como Toroyaco en

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-24 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

donde se encuentra la base militar denominada con el mismo nombre y a 300 m de ésta, se ubica la Batería Toroyaco. En el K16+600 sobre la margen izquierda se encuentra la “YE” que conduce de igual forma al municipio de Puerto Limón y a altura del K22+800 por el margen derecho se encuentra la “YE” que conduce al municipio de Puerto Guzmán (ver Figura 2-8). La vía en toda su longitud es afirmada con un ancho de banca promedio de 5 m, cuenta con obras de arte como alcantarillas y puentes, su relieve es plano y moderadamente ondulado, con pendientes hasta de 6% y con taludes de hasta 3 m de alto en buen estado.



Las vías anteriormente descritas se muestran en la Figura 2-7.

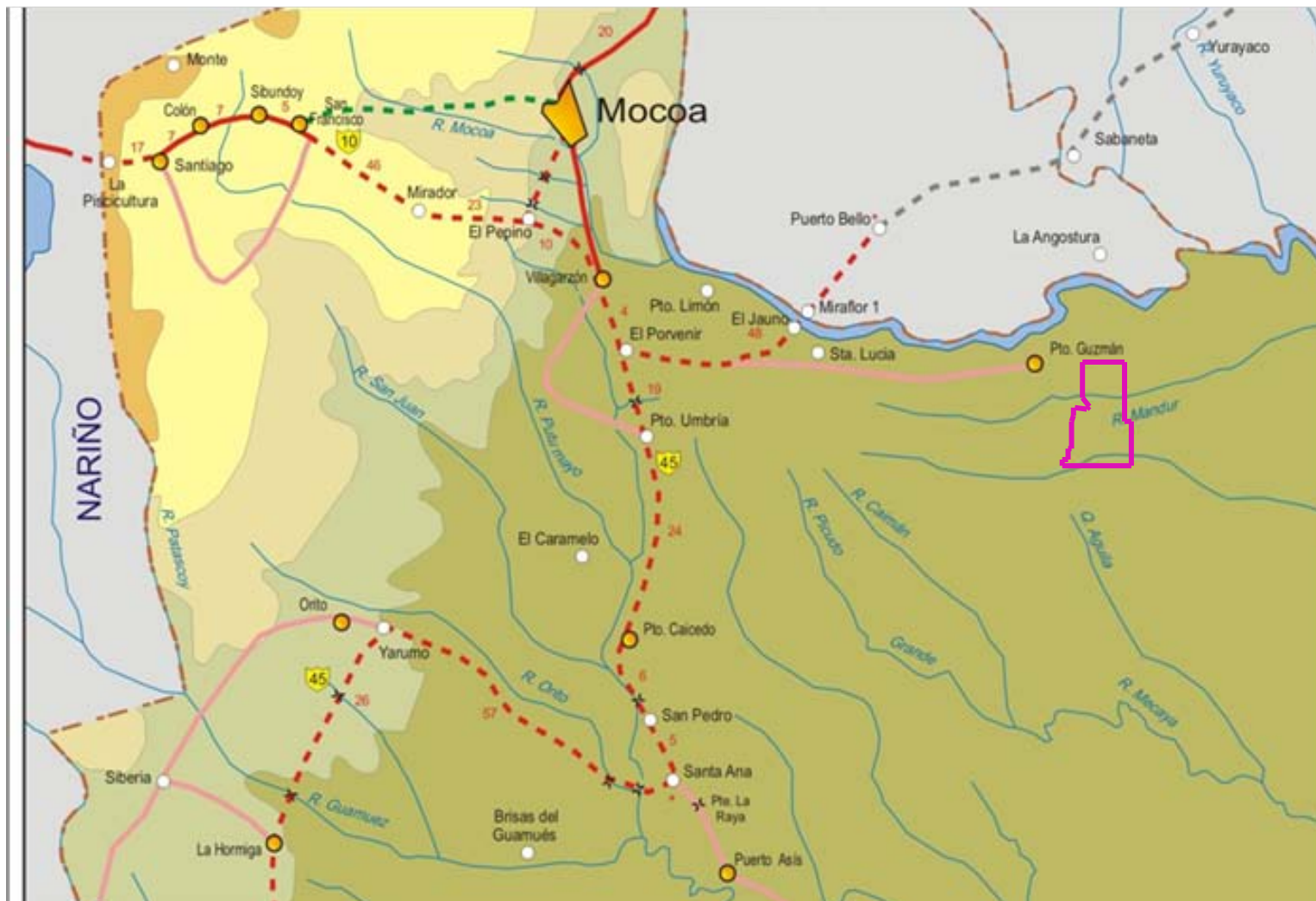


**Figura 2-7. Vía Puerto Asís- Villa Garzón – Puerto Guzmán**

- **Vía Puerto Guzmán - San Luis (K0+000 – K11+888)**

El acceso al área de interés exploratorio Canelo Nogal, se realiza por la vía en afirmado Tipo 4 que va desde el casco urbano de Puerto Guzmán al caserío de la vereda Puerto Rosario; la cual en su trazado transita por la vereda El Bombón y la vereda San Luis; a lo largo de ésta se puede observar material de río sobre la vía, baches y desniveles profundos de la capa de rodadura con presencia de agua que ocupan en mayor medida el margen derecho o izquierdo de la banca, lo anterior debido al constante paso de vehículos con carga pesada transportando madera, ganado y productos agrícolas como plátano, que es llevado a Puerto Guzmán y distribuidos hacia Mocoa. Esta vía estará sujeta solo algunos mejoramientos en puntos específicos que la interventoría técnica determine.



**Fotografía 2-2. Vía de acceso Puerto Guzmán – Vereda San Luis.**

La descripción de esta vía solo se realiza hasta la vereda San Luis, ya que aunque la vía continua hasta la vereda Puerto Rosario, en San Luis se encuentra el desvío (“Y”) que conduce al interior del APE Canelo Nogal, precisamente por la vía que se dirige hacia la vereda Buenos Aires del Mandúr.

La descripción de esta vía de acceso al APE Canelo Nogal se dividió en 2 tramos como se muestra a continuación, a partir de la definición de sitios de referencia:

**Tabla 2-11. Tramos de la vía Puerto Guzmán –San Luis**

| TRAMO                     | TIPO | LONGITUD DE TRAMO (m) |
|---------------------------|------|-----------------------|
| Puerto Guzmán – El Bombón | T4   | 10.048                |
| El Bombón – San Luis      | T4   | 1.840                 |
| <b>Total</b>              |      | <b>11.888</b>         |

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Tramo Puerto Guzmán – El Bombón

Esta vía tiene un mínimo sistema de drenaje para los altos niveles freáticos que se presentan en el área, de igual forma no cuenta con ningún sistema de cunetas a lo largo de la vía; se presentan 45 alcantarillas en concreto de 36", la mayoría de los cabezotes de éstas se encuentran cubiertas de vegetación y maleza, lo que evidencia una falta de mantenimiento; la longitud de la vía es de 10,048 Km y el ancho de la banca es de 5m, con un sobre ancho de curvas de 2 m.



**Fotografía 2-3. Identificación de alcantarillas enmalezadas en la vía Puerto Guzmán – El Bombón (K1+530)**



**Fotografía 2-4. Identificación de baches en el K10+000 (vereda el Bombón)**

Esta vía presenta un alto flujo vehicular de carga pesada (transporte de madera, ganado y productos agrícolas), además del transporte público de pasajeros.



**Fotografía 2-5. Identificación de tránsito de carga pesada en la vía Puerto Guzmán – El Bombón**

Esta vía cuenta con las siguientes estructuras para el manejo de drenajes de escorrentía:

**Tabla 2-12. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA          | ESTADO                                                                                                                                                            |
|-----------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KO+000    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, sin aletas, falta de mantenimiento.                                             |
| K0+313    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, falta de mantenimiento, presencia de vegetación y residuos sólidos. |
| K1+040    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, falta de mantenimiento.                                             |
| K1+240    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, falta de mantenimiento.                                             |
| K1+330    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado.                                                     |
| K1+530    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla parcialmente sedimentada.                              |
| K1+782    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.         |

**Tabla 2-12. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA                | ESTADO                                                                                                                                                                              |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K1+954    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                           |
| K2+111    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                           |
| K2+200    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                           |
| K2+400    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                           |
| K2+694    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación y colmatada por falta de mantenimiento.            |
| K2+800    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación y colmatada por falta de mantenimiento.            |
| K3+070    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, parcialmente sedimentada, falta de mantenimiento. |
| K3+400    | Alcantarilla doble de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, paso de la quebrada San José.                                                         |
| K3+542    | Alcantarilla de 24"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla rodeada de vegetación, parcialmente sedimentada, falta de mantenimiento. |
| K3+861    | Alcantarilla de 24"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, parcialmente sedimentada.                                                             |
| K4+000    | Alcantarilla de 24"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla, parcialmente sedimentada.                                               |
| K4+146    | Alcantarilla de 24"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, falta de mantenimiento.                                                               |
| K4+340    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda al lado derecho de 0,3 m x 1,4 m, sin cabezote al lado izquierdo, con aletas, falta de mantenimiento.               |
| K4+500    | Alcantarilla de 36"       | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda al lado izquierdo de 0,6 m                                                                                          |

**Tabla 2-12. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA          | ESTADO                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                     | x 1,4 m, al lado derecho desboquinado, con aletas, falta de mantenimiento.                                                                                                                                          |
| K4+642    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda al lado izquierdo de 0,6 m x 1,4 m, al lado derecho desboquinado, con aletas, falta de mantenimiento.                                               |
| K5+000    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, falta de mantenimiento, parcialmente sedimentada.                                                                     |
| K5+643    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,4 m, con aletas, hacia el lado izquierdo no presenta cabezote ni aletas.                                                               |
| K7+200    | Box Coulvert        | Box Coulvert en concreto de 2500 PSI de 4 m de largo x 4 m de ancho x 1,5 m de alto                                                                                                                                 |
| K7+247    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, totalmente colmatada.                                                                                                 |
| K7+350    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                                                                        |
| K7+500    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                                                                        |
| K7+650    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                                                                        |
| K7+700    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en la derecha de la vía, hacia el lado izquierdo no posee estructura, rodeada de vegetación y falta de mantenimiento. |
| K8+300    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, rodeada de vegetación, falta de mantenimiento.                                                                        |
| K8+630    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado                                                                                                        |
| K8+780    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado                                                                                                        |
| K9+000    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla totalmente colmatada                                                                                     |
| K9+370    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, alcantarilla totalmente colmatada                                                                                     |

**Tabla 2-12. Estructuras de interés en la vía Puerto Guzmán – El Bombón**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA          | ESTADO                                                                                                                                 |
|-----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K9+530    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado.                          |
| K9+930    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado.                          |
| K10+000   | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado.                          |
| K10+020   | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aletas, en buen estado.                          |
| K10+040   | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aleta a la derecha, a la izquierda sin cabezote. |
| K10+048   | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,4 m, con aleta a la derecha, a la izquierda sin cabezote. |

- Tramo El Bombón – San Luis

Vía Tipo 4 que comunica la vereda el Bombón con la vereda San Luis; por esta vía se realizan recorridos para el transporte de madera y transporte público de pasajeros; la banca tiene un ancho aproximado de 5 m, con un sobre ancho en las curvas de 2 m. No cuenta con sistema de cunetas ni bombeo para el manejo de aguas lluvia, pero se identificaron 18 alcantarillas en concreto de 24" y 36", en donde la mayoría de los cabezotes se encuentran cubiertos con vegetación, lo que evidencia la falta de mantenimiento, de igual forma las alcantarillas se encuentran en su mayoría colmatadas y con gran cantidad de sedimentos. El estado de la vía es regular debido a los altos niveles freáticos, hundimientos de banca y baches por transporte pesado; su longitud es de 1,84 km.



**Fotografía 2-6. Tramo El Bombón – San Luis a la altura de la escuela de la vereda San Luis**



**Fotografía 2-7. Alcantarilla tipo presente en la vía El Bombón – San Luis**

Esta vía cuenta con las siguientes estructuras para el manejo de drenajes de escorrentía:

**Tabla 2-13. Estructuras de interés en la vía El Bombón – San Luis**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA          | ESTADO                                                                                                                                          |
|-----------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KO+230    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,8 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| KO+330    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,8 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K0+400    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K0+480    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K0+560    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,8 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K0+600    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,3 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K0+720    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,8 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K0+810    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K0+880    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con                                                                                                       |

**Tabla 2-13. Estructuras de interés en la vía El Bombón – San Luis**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA          | ESTADO                                                                                                                                          |
|-----------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                     | cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento.                                           |
| K1+200    | Alcantarilla de 24" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,8 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K1+480    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K1+560    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K1+600    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, rodeada de vegetación por falta de mantenimiento. |
| K1+610    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K1+660    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K1+680    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K1+750    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |
| K1+840    | Alcantarilla de 36" | Alcantarilla en concreto de 2500 PSI, con cabezote guarda rueda de 0,6 m x 1,5 m, con aletas, en buen estado.                                   |

- **Vía Vereda San Luis – Las Perlas(K0+000 – K8+200)**

Esta vía funciona como acceso al sector oriental del APE Canelo Nogal y se encuentra seccionada en 3 tramos como se muestra a continuación:

**Tabla 2-14. Tramos de la vía San Luis – Las Perlas**

| TRAMO                     | TIPO | LONGITUD DE TRAMO (metros) |
|---------------------------|------|----------------------------|
| San Luis – Alpamanga      | T4   | 2.500                      |
| Alpamanga – La Estrella   | T4   | 2.300                      |
| La Estrella – Las Perlas* | T4   | 3.400                      |
| <b>Total</b>              |      | <b>8.200</b>               |

\*La vereda Las Perlas se encuentra por fuera del área de influencia del proyecto, su denominación solo se hace como un punto de referencia de la vía que conduce a este caserío.

|                                                                                   |                                                                                                                 |                              |                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                              |                    |  |
|                                                                                   | <p>Cap 2: Descripción de las actividades</p>                                                                    | <p>C&amp;MA-PTN-AMB-1110</p> | <p>Revisión: 0</p> |                                                                                     |

La longitud de esta vía Tipo 4 es de 2,5 Km hasta el cruce de la vereda Alpamanga que conduce a Las Perlas, para posteriormente continuar el trazado de 2,3 Km hasta la escuela de la vereda La Estrella, y desde allí continuar por la vía en afirmado por 3,4 Km hasta la vereda Las Perlas, la cual se encuentra por fuera del APE y no será intervenida. Al igual que los anteriores tramos (Puerto Guzmán – San Luis), esta vía se encuentra afirmado en recebo y tiene un ancho promedio de 5 m; en su trazado se encuentra un número significativo de alcantarillas en concreto de 36” en regular estado debido a la falta de mantenimiento.

La vía se encuentra en estado regular, por filtración de un alto nivel de agua por chuquías alrededor de su trazado; en épocas de lluvia se presenta un reblandecimiento del suelo, ocasionando hundimientos sobre la carretera, los cuales se acentúan por los vehículos de carga pesada que transitan a diario por esta.



**Fotografía 2-8. Vía La Estrella – Las Perlas**

Desde la vía que llega desde la vereda San Luis a la vereda La Estrella se podrán desprender accesos directos a plataformas de perforación que se ubiquen en el sector nor-oriental del APE Canelo Nogal con una longitud no mayor a los 2,5 Km, haciendo la salvedad que no se intervendrán territorios de veredas que no hayan sido identificadas como área de influencia directa.

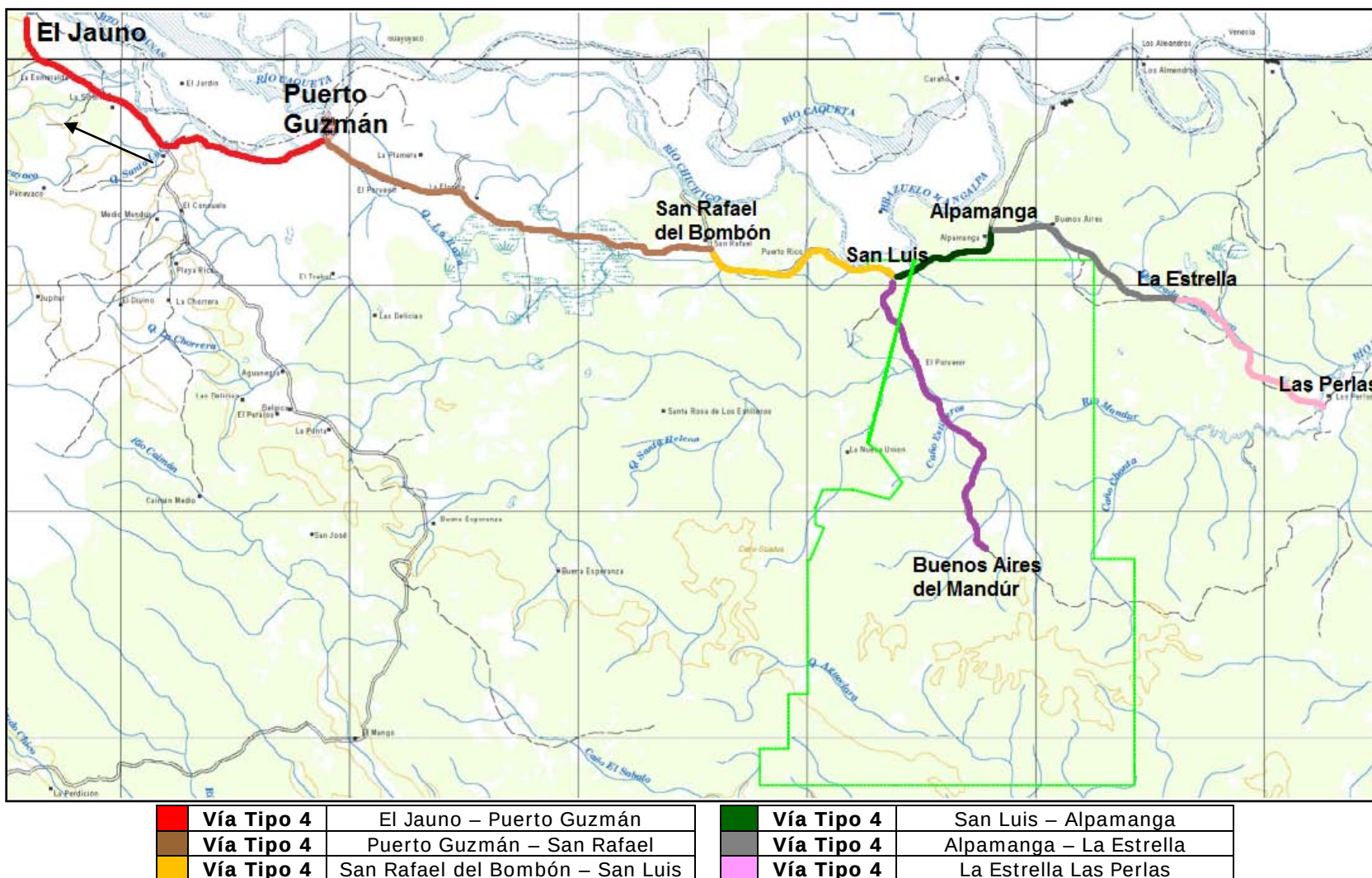


**Figura 2-8. Vías de acceso al APE Canelo Nogal**

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

### Descripción de vías internas

- **Vía vereda San Luis – Vereda Buenos Aires del Mandúr (K0+000 – K6+540)**

Esta es la vía principal para entrar al APE Canelo Nogal; es una vía Tipo 4 que conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr, es destapada con afirmado y tiene un ancho de 4m aproximadamente. La vía inicia en el cruce hacia la derecha existente en la carretera Puerto Guzmán – Puerto Rosario, a 200 m de la escuela de la vereda San Luis y su longitud es de 6,54 Km.



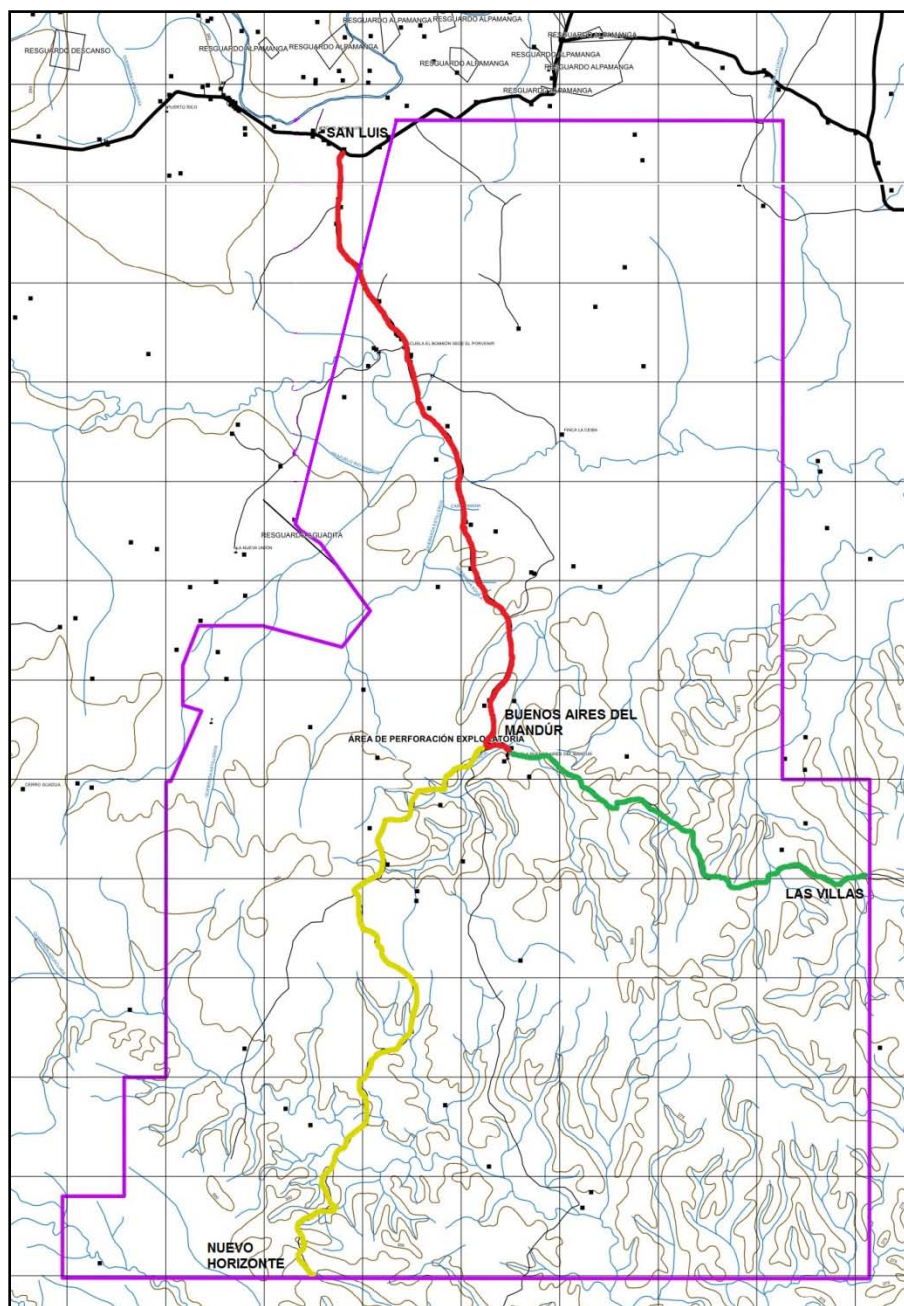
**Fotografía 2-9. Vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr**

Esta vía se utiliza para el transporte de madera y comercio de productos como el plátano, caña de azúcar, tabaco y cacao. Sobre esta vía se encuentra un puente en concreto sobre el río Mandúr y cuatro estructuras (pontones) más en madera en regular estado; de igual forma se observan alcantarillas artesanales en madera, deterioradas por la humedad e inestabilidad del terreno.



**Fotografía 2-10. Cruces de cuerpos de agua vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr**

De igual forma al interior del APE Canelo Nogal se encuentran varios senderos (vías Tipo 7) que comunican las diferentes veredas del área de influencia, los cuales se muestran en la siguiente figura.



|   |                   |                                           |
|---|-------------------|-------------------------------------------|
| ■ | <b>Vía Tipo 4</b> | San Luis – Buenos Aires del Mandúr        |
| ■ | <b>Vía Tipo 7</b> | Buenos Aires del Mandúr – Las Villas      |
| ■ | <b>Vía Tipo 7</b> | Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte |

**Figura 2-9. Vías internas del APE Canelo Nogal**

|                                                                                   |                                                                                                                 |                              |                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                              |                    |  |
|                                                                                   | <p>Cap 2: Descripción de las actividades</p>                                                                    | <p>C&amp;MA-PTN-AMB-1110</p> | <p>Revisión: 0</p> |                                                                                     |

- **Sendero existente desde la vereda Buenos Aires del Mandúr hasta la vereda Las Villas**

Este sendero tiene una longitud de 5,08 Km hasta el límite Oriental del APE y presenta material arcilloso en toda su extensión. Este camino comunica la vereda Buenos Aires del Mandúr con la vereda Las Villas, siendo utilizado para el transporte de alimentos y víveres hacia los diferentes predios que se encuentran en su trazado (ver Figura 2-9).



**Fotografía 2-11. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Las Villas**

Por las características del terreno y debido a las condiciones climáticas de alta pluviosidad, el sendero ha sido adecuado con tablones y madera rolliza para facilitar el paso por el mismo.



**Fotografía 2-12. Puente en madera existente sobre el caño Azul en la vereda Las Villas (K1+880)**

Esta vía es Tipo 7 (ver Fotografía 2-11) y cruza los siguientes cuerpos de agua:

**Tabla 2-15. Cruces de cuerpos de agua de sendero Buenos Aires del Mandúr – Las Villas**

| CUERPO DE AGUA | COORDENADAS ORIGEN<br>BOGOTÁ, DATUM MAGNA<br>SIRGAS |          |
|----------------|-----------------------------------------------------|----------|
|                | ESTE                                                | NORTE    |
| Caño Azul      | 754775,5                                            | 589234,3 |
| Caño Azul      | 756114,8                                            | 588576,8 |
| Caño Chonta    | 757160,1                                            | 588088,7 |
| Caño Chonta    | 757992,6                                            | 588013,0 |

Este sendero cuenta con las siguientes estructuras de interés:

**Tabla 2-16. Estructuras de interés en el sendero Buenos Aires del Mandúr - Las Villas**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA       | ESTADO                                                                                                                                                                        |
|-----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KO+000    | Puente en madera | Puente de madera de 10 metros de largo y 4 metros de ancho sobre el caño Azul, en regular estado, con presencia de grietas, fisuras y humedad.                                |
| K1+880    | Puente en madera | Puente de madera de 7 metros de largo y 2 metros de ancho sobre el caño Azul, en regular estado, con presencia de grietas, fisuras y humedad.                                 |
| K3+010    | Puente en madera | Puente en madera sobre el caño Chonta de 4 metros de largo y 2 metros de ancho en mal estado con grietas y fisuras, desprendimientos e invasión de vegetación sobre éste.     |
| K3+880    | Puente en madera | Puente en madera sobre el caño Chonta de 6 metros de largo y 4 metros de ancho en regular estado con grietas y fisuras, desprendimientos y descomposición debido a la humedad |

- **Sendero (vía Tipo 7) existente desde la vereda Buenos Aires del Mandúr hacia la vereda Nuevo Horizonte**

Este sendero (ver Fotografía 2-15) tiene una longitud de 5,94 Km hasta el límite sur del APE (ver Figura 2-9). Existen tramos del sendero adecuados con tablones y empalancados para facilitar el paso, pero se encuentran en mal estado por la humedad y el paso de equinos por el mismo.



**Fotografía 2-13. Sendero que comunica la vereda Buenos Aires del Mandúr con la vereda Nuevo Horizonte**

Este camino cruza los siguientes cuerpos de agua:

**Tabla 2-17. Cruces de cuerpos de agua de sendero Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte**

| CUERPO DE AGUA      | COORDENADAS ORIGEN BOGOTÁ, DATUM MAGNA SIRGAS |          |
|---------------------|-----------------------------------------------|----------|
|                     | ESTE                                          | NORTE    |
| Caño Azul           | 753756,5                                      | 588894,9 |
| Caño Azul           | 753503,2                                      | 588715,9 |
| Quebrada Agua Clara | 753453,4                                      | 586392,4 |
| Quebrada Agua Clara | 753021,5                                      | 585627,3 |
| Quebrada Agua Clara | 752787,1                                      | 585277,2 |

Este sendero cuenta con las siguientes estructuras de interés:

**Tabla 2-18. Estructuras de interés en el sendero Buenos Aires del Mandúr - Nuevo Horizonte**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA       | ESTADO                                                                                                                                                                      |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K1+410    | Puente en madera | Puente en madera sobre el caño Azul de 6 metros de largo y 2 metros de ancho en regular estado con grietas y fisuras, desprendimientos y descomposición debido a la humedad |
| K1+650    | Puente en madera | Puente en madera sobre el caño Azul de 4 metros de largo y 3 metros de ancho en regular estado con grietas y fisuras, desprendimientos e invasión de vegetación sobre éste. |
| K3+050    | Puente en madera | Puente de madera de 11 metros de largo y 4 metros de ancho sobre la quebrada Agua Clara, en regular estado, con presencia de grietas, fisuras y desprendimientos.           |

**Tabla 2-18. Estructuras de interés en el sendero Buenos Aires del Mandúr - Nuevo Horizonte**

| ABSCISADO | ESTRUCTURA       | ESTADO                                                                                                                                                   |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K4+200    | Puente en madera | Puente de madera de 14 metros de largo y 4 metros de ancho sobre la quebrada Agua Clara, en regular estado, con presencia de grietas, fisuras y humedad. |



**Fotografía 2-14. Puente en madera sobre la quebrada Agua Clara (K3+050)**



**Fotografía2-15. Sendero a la vereda Nuevo Horizonte desde Buenos Aires del Mandúr**

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

### **Infraestructura fluvial**

Para ingresar al área de influencia directa del proyecto, se cuenta con la alternativa de transporte por medio fluvial para lo cual se presenta la siguiente infraestructura.

Para acceder al APE Canelo Nogal por medio Fluvial se debe tomar una lancha desde el puerto de Puerto Guzmán hasta el muelle de Puerto Rosario. El tiempo de viaje desde Puerto Guzmán hasta Puerto Rosario es de 45 minutos. Desde Puerto Rosario se debe tomar la vía que conduce a las veredas Alpamanga y San Luis, y desde allí conectar con las vías Tipo 4 anteriormente descritas.



**Fotografía 2-16. Puerto del municipio de Puerto Guzmán**



**Fotografía 2-17. Muelle en la vereda Puerto Rosario**

Los servicios de transporte por el río Caquetá en lancha son prestados por empresas como los Delfines, El Muelle LTDA y Transportes El Libertador, los cuales cubren rutas desde El Jauno – Puerto Guzmán, hasta Solano, en el departamento del Caquetá.

#### **2.2.1.2. Infraestructura petrolera**

En los departamentos del Cauca y Putumayo en cercanías al Bloque PUT-2 y al área de interés exploratorio Canelo Nogal, se desarrollan actividades típicas de exploración, explotación y transporte de hidrocarburos por las compañías GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA, EMERALD ENERGY PLC SUCURSAL COLOMBIA, VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA S.A.S, PETROLEOS DEL NORTE S.A., VAST EXPLORATION INC, META PETROLEUM CORP Y ECOPETROL S.A.

A continuación se muestra el mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH – con respecto al área de interés del proyecto exploratorio Canelo Nogal.

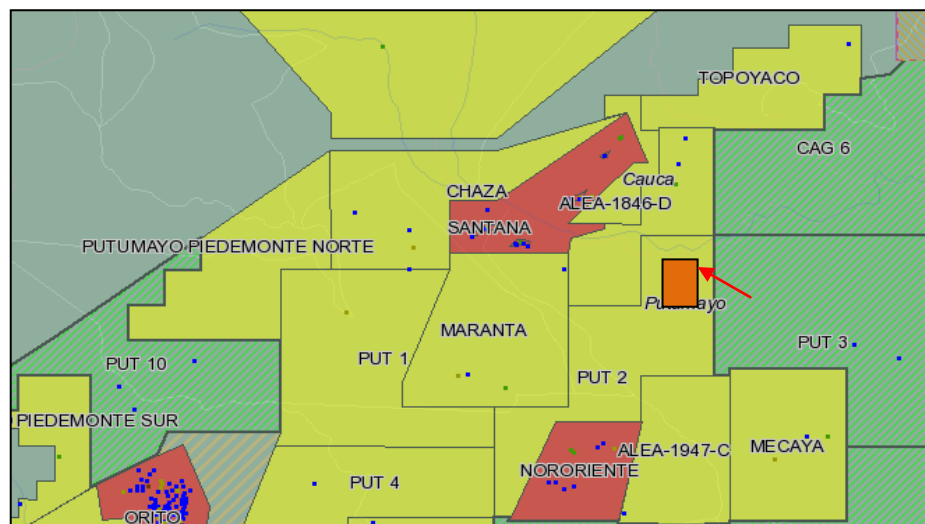


**Figura 2-10. Áreas de interés exploratorias aledañas al bloque PUT-2**

Fuente: [www.epis.gov.co](http://www.epis.gov.co)

En la siguiente tabla se muestra la descripción y el estado de cada área en exploración y producción en cercanías al APE Canelo Nogal.

**Tabla 2-19. Áreas de exploración y producción cercanas al APE Canelo Nogal**

| ID   | CONTRATO                | OPERADORA                                     | CUENCA  | ESTADO                           | TIPO DE ÁREA        | ÁREA (Ha)  |
|------|-------------------------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------|---------------------|------------|
| 115  | MECAYA                  | GRANTIERRA ENERGY COLOMBIA LTD                | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 29998,5108 |
| 125  | MARANTA                 | EMERALD ENERGY PLC SUCURSAL COLOMBIA          | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 36608,3035 |
| 127  | AZAR                    | GRANTIERRA ENERGY COLOMBIA LTD                | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 19111,5885 |
| 199  | ALEA-1846-D             | VETRA COLOMBIA SERVICIOS INTEGRALES           | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 7119,9824  |
| 205  | ALEA-1947-C             | VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA S.A.S | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 23499,4463 |
| 263  | PUT 4                   | PETROLEOS DEL NORTE S.A.                      | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 51333,5312 |
| 281  | PUT 1                   | GRANTIERRA ENERGY COLOMBIA LTD                | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 46490,4952 |
| 346  | PUT 3                   | VAST EXPLORATION INC                          | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 59895,3832 |
| 348  | CAG 6                   | META PETROLEUM CORP                           | CAG PUT | EXPLORACION CON ANH              | AREA EN EXPLORACION | 48177,0039 |
| 2240 | NORORIENTE              | ECOPETROL S.A.                                | CAG PUT | CONVENIO DE EXPLOTACION          | AREA EN PRODUCCION  | 24513,8095 |
| 2360 | GUAYUYACO (SANTANA ADY) | GRANTIERRA ENERGY COLOMBIA LTD                | CAG PUT | PRODUCCION EN ASOCIACION CON ECP | AREA EN PRODUCCION  | 20648,4304 |
| 2372 | SANTANA                 | GRANTIERRA ENERGY COLOMBIA LTD                | CAG PUT | PRODUCCION EN ASOCIACION CON ECP | AREA EN PRODUCCION  | 575,5276   |

Los pozos perforados en áreas cercanas al APE Canelo Nogal y su estado se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 2-20. Pozos petroleros encontrados en zonas cercanas al APE Canelo Nogal**

| BLOQUE  | OPERADORA                                                | POZOS      | COORDENADAS<br>MAGNA SIRGAS<br>ORIGEN BOGOTÁ |        | ESTADO DEL<br>POZO |
|---------|----------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------|--------|--------------------|
|         |                                                          |            | ESTE                                         | NORTE  |                    |
| AZAR    | GRANTIERRA<br>ENERGY COLOMBIA<br>LTD                     | Mary-1     | 741045                                       | 607289 | Desconocido        |
|         |                                                          | Mary-2     | 739866                                       | 607153 | Desconocido        |
|         |                                                          | Mary-3D    | 741054                                       | 607337 | Productor          |
|         |                                                          | Mary-5D    | 740044                                       | 607343 | Desconocido        |
|         |                                                          | Linda-1    | 733020                                       | 601230 | Desconocido        |
|         |                                                          | Linda-2    | 734451                                       | 600950 | Desconocido        |
|         |                                                          | Linda-3    | 733558                                       | 601592 | Seco               |
|         |                                                          | Linda-4    | 733931                                       | 601455 | Desconocido        |
|         |                                                          | Linda-5d   | 732784                                       | 601445 | Desconocido        |
|         |                                                          | Miraflor-1 | 744089                                       | 615146 | Desconocido        |
|         |                                                          | Palmera-1  | 754467                                       | 615146 | Desconocido        |
| SANTANA | GRANTIERRA<br>ENERGY COLOMBIA<br>LTD / ECOPETROL<br>S.A. | Toroyaco-1 | 729181                                       | 603362 | Desconocido        |
|         |                                                          | Toroyaco-2 | 728583                                       | 603095 | Desconocido        |
|         |                                                          | Toroyaco-4 | 729329                                       | 605864 | Desconocido        |

La operación petrolera vigente más cercana al APE Canelo Nogal es desarrollada por la compañía GRAN TIERRA ENERGY en el Bloque Azar y en el Bloque Santana con la Batería Mary, ubicada en el corregimiento de Miraflor de Piamonte, Cauca y las baterías Linda y Toroyaco en el Putumayo, en donde se cuenta con estaciones de recolección y tratamiento de crudo generado por los pozos productores de la compañía. A continuación se describen las características más importantes de las estaciones y baterías cercanas al APE Canelo Nogal.

A cada una de las baterías de GRAN TIERRA ENERGY ingresa la producción de los pozos, donde se somete a un proceso de separación mediante tratamiento gravitacional y posteriormente se almacena para su despacho mediante el oleoducto hasta la estación Santana. Cada una de las estaciones cuenta con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales que garantiza las condiciones requeridas para su vertimiento.

### Batería Toroyaco

El área de producción de Toroyaco se localiza en la parte alta de las colinas que dividen la cuenca de los ríos Caquetá y Putumayo en jurisdicción del municipio de Mocoa, en el departamento del Putumayo.

El campo consta de un sistema de producción de cuatro pozos, tratamiento y almacenamiento de crudo en la batería Toroyaco, transporte de crudo a través del Oleoducto Toroyaco - Santana y una microrefinería.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Es una estación de tratamiento y recolección de hidrocarburos cuya función principal es realizar la separación líquido – gas (separar el gas asociado al crudo) y la separación líquido – líquido (separar el agua asociada al crudo).



**Fotografía 2-18. Vista de la batería Toroyaco**

#### **Batería La Linda**

El área de producción del campo Linda se encuentra ubicada en el valle aluvial del río Caquetá, en jurisdicción del municipio de Puerto Guzmán departamento del Putumayo. Posee una estación de tratamiento y recolección de hidrocarburos, una estación de recolección y cuatro pozos activos.

Es una estación de recolección del crudo proveniente del campo Mary-Miraflor, posee dos tanques de almacenamiento con capacidad de 10.500 Bls cada uno. Desde esta estación se bombea el crudo hasta la Estación Santana, donde GRAN TIERRA ENERGY lo entrega a ECOPETROL.

Es una estación de tratamiento y recolección de hidrocarburos cuya función principal es realizar la separación líquido – gas (separar el gas asociado al crudo) y la separación líquido – líquido (separar el agua asociada al crudo).

La producción de los pozos activos ingresa a la batería por el múltiple de entrada proveniente de los respectivos cabezales, por líneas de 4" de diámetro, de aquí pasa directamente al "Gun Barrel", debido que a pesar que se cuenta con un separador bifásico éste se encuentra fuera de servicio porque la producción de gas del campo es mínima y no se alcanza la presión necesaria para su operación. La Batería cuenta con un Gun Barrel o tanques de lavado con baffles perpendiculares al sentido del flujo que buscan por impacto y por diferencia de gravedades generar la separación del agua del crudo, al cual está acoplado una pierna de agua y una bota de gas que permiten minimizar la turbulencia del flujo de entrada, optimizando la separación gravitacional. Del "Gun Barrel" pasa el crudo por rebose a los tanques de almacenamiento. Para el paso de la producción de los tanques de almacenamiento al Tanque de Potencia se

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-47 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

cuenta con dos bombas Byron Jackson (una en stand by). Finalmente de los tanques de almacenamiento se bombea el crudo tratado a la estación Santana.



**Fotografía 2-19. Vista de la batería Linda**

### **Batería Mary**

En la vía que conduce del corregimiento Miraflor al municipio de Piamonte se encuentra la batería Mary, la cual cuenta con la siguiente infraestructura:

Los campos Mary – Miraflor - Guayuyaco, se encuentran ubicados en jurisdicción del municipio de Piamonte, departamento del Cauca, en el área geográfica de la baja Bota Caucana a unos 35 km del municipio de Villagarzón, pasando al norte el río Caquetá, sobre la vía de penetración de los pozos de los campos Toroyaco y Linda.

Las instalaciones que permiten la producción del campo Mary - Miraflor - Guayuyaco están conformados por tres elementos básicos: Una estación de recolección y tratamiento de crudo –batería Mary, 7 pozos de producción activos y unas líneas de transferencia a la estación Linda.

Es una estación de tratamiento y recolección de hidrocarburos cuya función principal es realizar la separación líquido – gas (separar el gas asociado al crudo) y la separación líquido – líquido (separar el agua asociada al crudo).

La producción de los pozos activos ingresa a la batería por el múltiple de entrada proveniente de los respectivos cabezales, por líneas de 4" de diámetro, de aquí pasa directamente al Gun Barrel, ya que a pesar que se cuenta con un separador bifásico éste se encuentra fuera de servicio porque la producción de gas del campo es mínima y no se alcanza la presión necesaria para su operación. La Batería cuenta con un " Gun Barrel" o tanques de lavado donde por diferencia de gravedades generar la separación del agua del crudo, al cual está acoplado una pierna de agua y una bota de gas que permiten minimizar la turbulencia del flujo de entrada, optimizando la separación gravitacional. Del "Gun Barrel" el crudo pasa por rebose a los tanques de almacenamiento. La transferencia de crudo del tanque de almacenamiento al Tanque de Abastecimiento para el Generador de Energía y al tanque limpio se realiza utilizando

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-48 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

una bomba Byron Jackson. Finalmente de los tanques de almacenamiento se bombea el crudo tratado a la estación Linda en el campo Linda.



**Fotografía 2-20. Vista de la batería Mary**

Es importante mencionar que en el interior del APE Canelo Nogal no se encuentra ningún tipo de infraestructura petrolera.

### **2.2.2 Actividades a desarrollar**

La empresa PETRONOVA Colombia planea desarrollar dentro del área de interés exploratorio Canelo Nogal, la construcción de hasta cinco (5) plataformas multipozos para perforar hasta 3 pozos exploratorios en cada una de ellas, para un total de 15 pozos. Es importante mencionar que en esta etapa preliminar del proyecto no se cuenta con las coordenadas preliminares de los prospectos exploratorios y por tal razón para su ubicación definitiva se considerarán las restricciones establecidas en la zonificación ambiental para el proyecto.

Las actividades a desarrollar son:

- Construcción de 5 plataformas multipozos de aproximadamente 7 Ha como área máxima. Dentro de esta área se adecuarán zonas para material de préstamo, zonas para aspersión, para almacenamiento de material de descapote, para almacenamiento de tubería y la instalación de las facilidades tempranas de producción, entre otras.
- Perforación de hasta 3 pozos exploratorios en cada plataforma multipozo, para un total de 15 pozos.
- Mejoramiento en algunos puntos específicos de la vía Tipo 4 que del casco urbano de Puerto Guzmán conduce a la vereda San Luis.
- Adecuación en algunos sectores puntuales de la vía de acceso Tipo 4 que de la vereda San Luis conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr, incluidas sus obras de arte y construcción de nuevas obras en algunos caños de escorrentía.

|                                                                                   |                                                                                                                 |                              |                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                              |                    |  |
|                                                                                   | <p>Cap 2: Descripción de las actividades</p>                                                                    | <p>C&amp;MA-PTN-AMB-1110</p> | <p>Revisión: 0</p> |                                                                                     |

- Construcción de nuevas vías de acceso directo a las plataformas multipozos con una longitud máxima de 10 km por locación, partiendo desde la vía Tipo 4 que conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr. Las vías se construirán respetando los criterios establecidos en la zonificación ambiental del presente documento.
- Construcción y montaje de las facilidades de producción tempranas necesarias para atender los requerimientos de las pruebas de producción en una de las plataformas multipozo
- Transporte de crudo en carrotanque desde las facilidades tempranas de producción hasta las baterías La Linda, Toroyaco y estación Santana.
- Construcción e instalación de líneas de flujo de hasta 6" diámetro entre pozos Y facilidades.
- Construcción de un Centro Logístico de Exploración (CLEX) para el apoyo a la perforación de los pozos dentro de una de las plataformas de perforación.
- Adecuación de un helipuerto dentro de una de las plataformas multipozo.

#### ➤ **Mejoramiento de la vía Puerto Guzmán – Vereda San Luis**

La vía que del casco urbano de Puerto Guzmán conduce a la vereda San Luis solo estará sujeta de algunos mejoramientos en unos sitios específicos, de acuerdo con los requerimientos de la interventoría técnica y civil del proyecto, lo anterior con el fin de garantizar el tránsito apropiado de los vehículos con cargas pesadas.

Esta vía pertenece al municipio de Puerto Guzmán y actualmente presenta un alto flujo vehicular de carga pesada, representado por el transporte de madera, ganado y productos agrícolas, además del transporte público de pasajeros.

La vía en mención no necesitará de ampliaciones, el mejoramiento de su estado estará compuesto por la limpieza de alcantarillas, refuerzo de estructuras de manejo de drenajes de escorrentía y aplicación de afirmado en zonas donde se identifiquen baches y desniveles de la capa de rodadura.

#### ➤ **Propuesta de adecuación**

##### Vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr

El acceso al área de interés exploratorio Canelo Nogal se puede realizar por la vía de carácter Tipo 4 que de la vereda San Luis conduce a la vereda Buenos Aires del Mandúr, descrita en el ítem 2.2.1.1, la cual tiene una longitud de 6,54 Km. Esta vía requerirá de algunas adecuaciones para el paso de los vehículos requeridos para la exploración. La adecuación de esta vía estará compuesta por la conformación y compactación de la vía en donde sea necesario, la construcción de cunetas perimetrales para el manejo de aguas lluvias donde se necesite, la construcción y/o reconstrucción de obras de arte (alcantarillas y puentes) y la reconformación de una capa de afirmado como capa de rodadura en donde el trazado lo amerite, de acuerdo al concepto de la interventoría técnica civil. La ubicación de los pontones de madera que serán adecuados para el paso de vehículos de carga se encuentra descrita en el ítem del estimativo de la demanda de recursos naturales del presente capítulo.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-50 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |



**Fotografía 2-21. Vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr**

➤ **Las alternativas de trazado de los nuevos corredores viales**

**Vía Buenos Aires del Mandúr – Las Villas**

Para acceder al sector Suroriental del APE se propone la construcción de una vía de acceso de aproximadamente 5,08 Km, que se desprenderá de la vía Tipo 4 que llega hasta la vereda Buenos Aires del Mandúr. Esta vía seguirá en lo posible el trazado de la vía Tipo 7 existente hasta la vereda Las Villas y atravesará zonas de bosque denso en su mayoría con algunas zonas de misceláneos y vegetación secundaria (ver Figura 2-9). Teniendo en cuenta la proyección de los trazados de acceso a los sectores del APE las vías de acceso directo a las plataformas serán de máximo 10 km por locación.



**Fotografía 2-22. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Las Villas**

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

En esta vía será necesario construir alcantarillas y/o puentes para el paso de drenajes y caños de acuerdo con lo descrito en la Tabla 2-15. La descripción de las estructuras a instalar se encuentra descrita en el ítem del estimativo de los recursos naturales a aprovechar del presente capítulo.

### **Vía Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte**

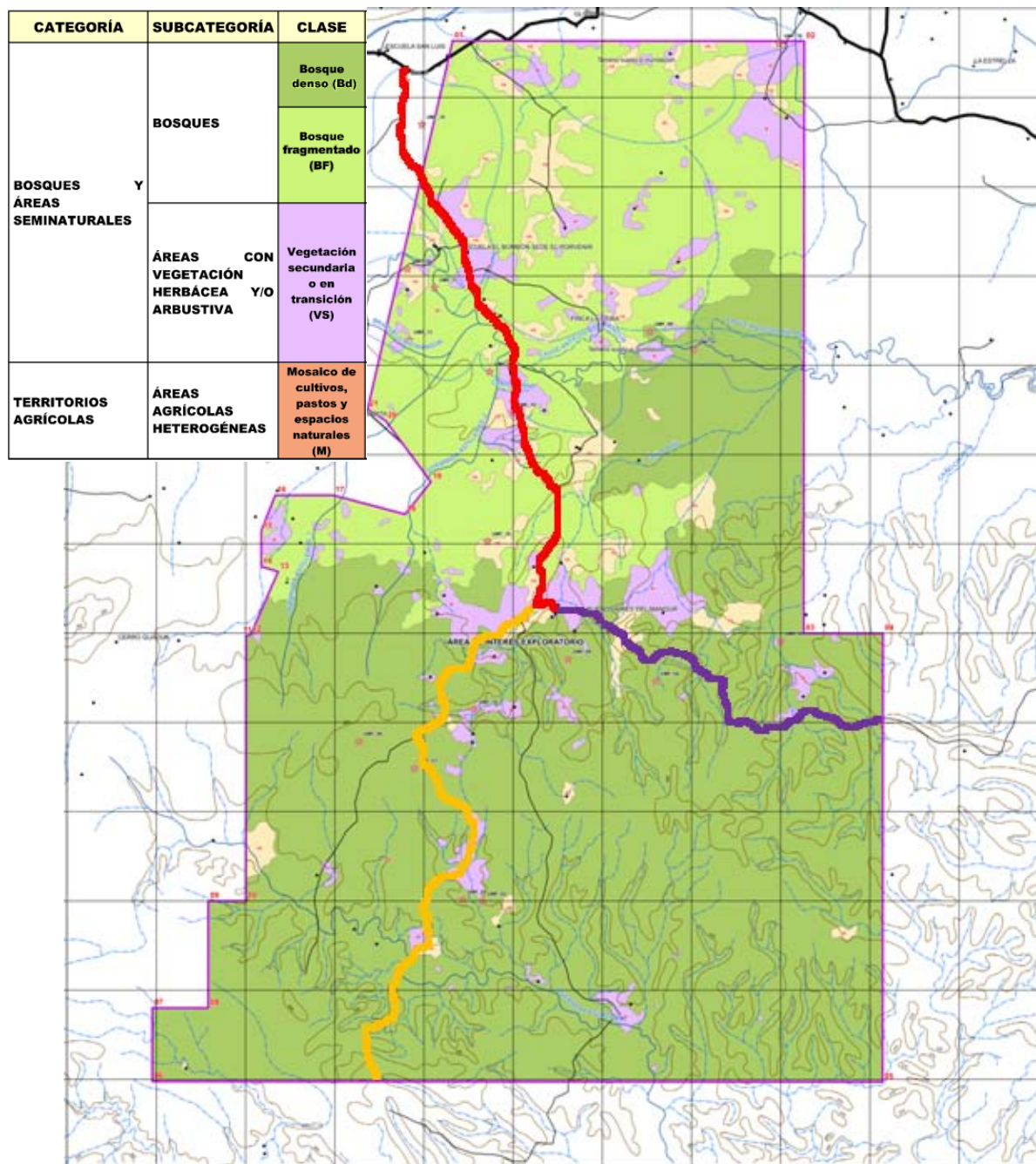
Para la movilización al sector sur del APE se proyecta construir una vía de 5,94 Km aproximadamente, partiendo desde la vereda Buenos Aires del Mandúr y siguiendo el sendero (vía Tipo 7) que conduce a la vereda Nuevo Horizonte, tal cual como se muestra en la Figura 2-9. La cobertura vegetal de este trazado está representada en su mayoría por bosque denso con la presencia de algunas áreas menores de mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales y vegetación secundaria o en transición.



**Fotografía 2-23. Sendero (vía Tipo 7) entre Buenos Aires del Mandúr y Nuevo Horizonte**

Desde esta vía proyectada a construir para el sector sur del APE se podrán desprender accesos directos a las plataformas con una longitud no mayor a los 4 Km.

Esta vía proyectada atravesará de igual forma varios drenajes y caños de la zona como se muestra en la Tabla 2-17. La descripción de las obras de arte a instalar se encuentra descrita en el ítem del estimativo de los recursos naturales a aprovechar del presente capítulo.



| ID | Tipo       | Vía                                       | Longitud (Km) | Obra         |
|----|------------|-------------------------------------------|---------------|--------------|
|    | Vía Tipo 4 | San Luis – Buenos Aires del Mandúr        | 6,54          | Adecuación   |
|    | Vía Tipo 7 | Buenos Aires del Mandúr – Las Villas      | 5,08          | Construcción |
|    | Vía Tipo 7 | Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte | 5,94          | Construcción |

**Figura 2-11. Vías a adecuar y construir dentro del APE Canelo Nogal**

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

También se debe considerar que desde la vía San Luis – La Estrella se podrán desprender accesos directos a las plataformas de perforación que se ubiquen en el sector Nor-Oriental del APE, con una longitud no mayor a los 2,5 Km, teniendo en cuenta que de ninguna forma se podrán intervenir terrenos de veredas que no hayan sido contempladas dentro del área de influencia directa social del proyecto.

De acuerdo con la ubicación de los pozos exploratorios, se deberán construir las vías de acceso utilizando en lo posible los trazados de los caminos existentes (vías Tipo 7) y a partir de éstos construir los accesos directos a los pozos exploratorios. Para las vías a construir, se deberán tener en cuenta las consideraciones de la zonificación ambiental y de manejo del presente documento y los trazados definitivos de las vías así como las longitudes a construir que se presentarán en el plan de manejo ambiental de los respectivos pozos exploratorios.

➤ **Especificaciones técnicas de las vías a adecuar y a construir de acceso a los pozos exploratorios**

Respecto a las especificaciones técnicas de las nuevas vías de acceso que se construyan o las que se requieran adecuar, se destaca que en la geomorfología del área de interés exploratorio Canelo Nogal se distinguen dos unidades que son llanura aluvial de desborde y Colinas Bajas a Medias, ligera a moderadamente disectadas, por lo que no se estiman grandes movimientos de tierras. La pendiente del terreno, se encuentra entre 3 y el 12%; la pendiente de las vías que se construyan, deberá ajustarse al paisaje.

Las vías que se adecuen o se construyan hacia los sitios donde se proyecte la construcción de las plataformas tendrán las siguientes especificaciones:

- Tendrán un sistema de drenaje compuesto por alcantarillas y box coulvert (diámetros variables) entre otras obras, de acuerdo a la red escorrentías y a la ubicación de cada pozo.
- Cuando se tengan los diseños definitivos de la vía, se establecerá si se requiere la construcción de alcantarillas cada 250m en la vía para mantener la dinámica hídrica de la zona.
- En el caso de las vías de acceso, se estableció un ancho de la calzada o capa de rodadura de 4,5m. en promedio.
- La calzada tendrá un bombeo hacia los laterales para desaguar las aguas lluvias, del 2 %.
- Las vías de acceso nuevas contarán con una capa de rodadura constituida por material de sub-base granular con espesor de 0,25m., instalando geo-celdas en el interface suelo-suelo granular, en toda el área de la vía ó 0,40m de sub base granular, instalando manto de empalizada y geo-textil tejido 2400 en el interface suelo-suelo granular.

- La colocación y compactación de la capa de rodadura debe efectuarse siguiendo las especificaciones técnicas generales (ver Tabla 2-21) para la construcción de vías de penetración en suelos blandos con geo-celdas ó empalizada con geo-textil tejido.
- Las vías se construirán sobre un terraplén de 1 metro de altura y con taludes 2H:1V.
- Desde las vías (Tipo 4) existentes, San Luis – Buenos Aires del Mandúr y San Luis – La Estrella y desde las vías proyectadas a construir desde Buenos Aires del Mandúr a la vereda Las Villas y a la vereda Nuevo Horizonte, respectivamente, se desprenderán los accesos directos a los pozos exploratorios, obteniendo en total una distancia de máximo 10 Km por locación, en el caso del escenario más crítico.

En la Tabla 2-21, se presentan las especificaciones generales de diseño obtenidas para las nuevas vías de acceso.

**Tabla 2-21. Especificaciones generales para las nuevas vías**

| ÍTEM                              | MAGNITUD                                             |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------|
| Derecho de vía                    | 10m                                                  |
| Derecho de vía zona de préstamo   | 4 m                                                  |
| Ancho de la calzada vías internas | 6 m                                                  |
| Cunetas y bermas                  | Variable (0,3 – 0,5m)                                |
| Pendiente máxima                  | 10%                                                  |
| Pendiente mínima                  | 1,0%                                                 |
| Bombeo normal                     | 2%                                                   |
| Radio mínimo de curvatura         | 20m                                                  |
| Bahías para tránsito doble        | 3,5 m de ancho                                       |
| Material de base                  | 0,5 m                                                |
| Drenaje de aguas lluvias          | Cunetas, filtros y alcantarilla de 36", entre otras. |
| Talud de Relleno                  | 2 H: 1 V                                             |
| Talud de corte                    | 1 H:2 V                                              |
| Taludes de la zona de préstamo    | 1H:1V                                                |

- Se podrá realizar un préstamo lateral del trazado de la vía de aproximadamente 4 m de ancho y una profundidad de aproximadamente 2 m. La profundidad de las zonas de préstamo podrá variar dependiendo de las condiciones específicas, del nivel freático y de la topografía del terreno.
- El uso de material de préstamo para el levantamiento del terraplén de las vías de acceso y plataformas a construir se plantea, ya que en zonas cercanas al área del proyecto no se encuentran canteras y sitios de extracción de material que cuenten con los permisos ambientales vigentes para su operación y de acuerdo a la consulta que se realizó a CORPOAMAZONÍA, principalmente se identifican zonas

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

legalizadas para material de arrastre y los sitios legalmente constituidos se encuentran en los municipios de Puerto Asís y Puerto Caicedo, de esta forma el traslado del material hasta el APE Canelo Nogal desde sitios tan lejanos incurría en gastos extremos que implicarían la inviabilidad económica del proyecto.

- Como se ha mencionado anteriormente, la adecuación de vías existentes contemplará solamente la reconfiguración y compactación del trazado en donde aplique, la aplicación de material de afirmado y conformación de la capa de rodadura en donde se necesite, y la reconstrucción de obras de arte en donde sea necesario.

### **Bahías de estacionamiento.**

De acuerdo con el criterio del diseñador, tipo de terreno (Ver Tabla 2-22), el volumen de tránsito y con la disponibilidad de áreas, se construirán bahías de estacionamiento con longitudes mínimas de 15 m, transiciones de 15 m de entrada y salida (Longitudes requeridas por el tipo de vehículo, carrotanque), así como anchos de 3,50 m (Ver Figura 2-12), destinadas principalmente para:

- Permitir a los vehículos pesados que circulan a bajas velocidades, estacionarse de forma temporal y así, facilitar las maniobras de adelantamiento de otros automóviles.
- Proporcionar un espacio en el cual se pueda realizar la movilización segura de dos carrotanques que transitan en direcciones diferentes, como los casos más críticos que se pueden presentar.
- Facilitar sitios que sirvan de parqueo ante situaciones imprevistas y/o forzadas de emergencia.

Las condiciones técnicas de las bahías serán iguales a las de la calzada adyacente y se proyectarán en sitios donde la topografía del corredor lo permita.

**Tabla 2-22. Especificaciones para la localización de bahías**

| Perfil del terreno | Tipo de obra                                                                         |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Plano              | Bahías de estacionamiento cada 1000 m                                                |
| Ondulado           | Bahías de estacionamiento cada 500 m                                                 |
| Montañoso          | Bahías de estacionamiento cada 500 m, sobreanchos en curvas y cunetas a lado y lado. |
| Escarpado          |                                                                                      |

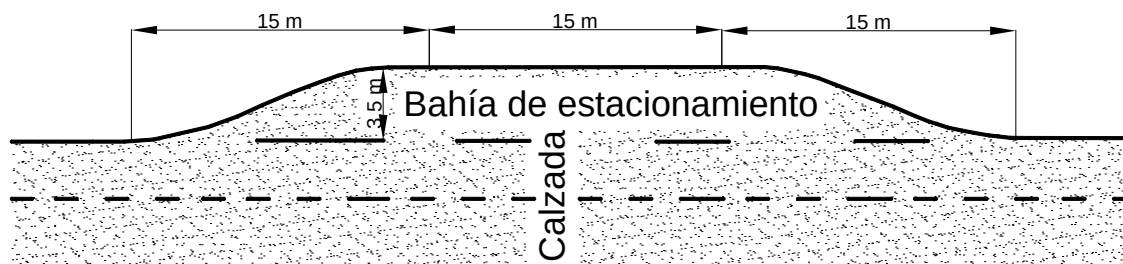


**Figura 2-12. Diseño en planta de una bahía de estacionamiento**

### ➤ Especificaciones de la(s) plataforma(s) de perforación

Se plantea la construcción de 5 plataformas multipozo de 7 has cada una, incluyendo la zona de préstamo y la zona de disposición de cortes y se proyecta la perforación de hasta 3 pozos en cada una de éstas, con las siguientes especificaciones:

- Se realizará un descapote o corte de aproximadamente 40cm en todo el área de las plataformas y después de compactada la subrasante se colocará un geotextil tipo 1400 para dar mayor capacidad portante al suelo.
- En caso de que sea necesario se utilizará material de préstamo de zonas contiguas a la locación para levantar el terraplén de la plataforma. Para esta actividad se deberán tener en cuenta todas las medidas propuestas dentro del Cap. 7 PMA.
- Para la construcción de las plataformas, se tendrá en cuenta los resultados de la zonificación ambiental y de manejo de la actividad, dando prioridad a las zonas definidas como de baja sensibilidad e importancia ambiental y que se hayan declarado como áreas de intervención sin restricciones, sin perjuicio de que otros niveles de sensibilidad e importancia, indiquen que deben ser intervenidas bajo especiales consideraciones de manejo ambiental.
- En razón a que el terreno actual donde se planean desarrollar las actividades exploratorias mantiene una topografía relativamente plana, es decir no existen diferencias de niveles apreciables, se deben proyectar plataformas en terraplén con material seleccionado. Las plataformas de operaciones tendrán un área 70.000 m<sup>2</sup> (incluyendo la zona de préstamo), con una capa de afirmado de mínimo 0,25m., instalando geo-celdas en el interface suelo-suelo granular, en toda el área de plataforma, donde operará el taladro, los campamentos y zonas de servicios generales.
- Cada plataforma contará con bombeos entre 0,50 a 1,0%, a cuatro aguas para facilitar el drenaje de aguas lluvias, el cual será captado por cunetas trapezoidales perimetrales a la explanación. Hacia el centro del área, se dejará una zona plana, donde se emplazará el taladro, las bombas, generadores y demás equipos requeridos para la perforación; la cual contará con un drenaje

perimetral mediante cunetas rectangulares revestidas en concreto que conducirán las aguas captadas a una trampa de aguas aceitosas (Skimmer), para ser bombeadas a las piscinas o catch tanks de tratamiento.

La distribución tipo de áreas dentro de cada plataforma multipozo de 7 ha será la siguiente:

**Tabla 2-23. Distribución de áreas para cada plataforma tipo dentro del APE Canelo Nogal**

| ZONA                                         | ÁREA A UTILIZAR (m <sup>2</sup> )  |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Zona de disposición de descapote             | 10.860                             |
| Zona de préstamo lateral                     | 10.395                             |
| Campamentos                                  | 6.750                              |
| Área de equipos                              | 8.250                              |
| Área de aspersión                            | 10.720                             |
| Zona de tratamiento de cortes y piscinas     | 9.000                              |
| Área de facilidades, CLEX y patio de tubería | 14.025                             |
| <b>Total</b>                                 | <b>70.000 m<sup>2</sup> (7 ha)</b> |

- En la explanación se adecuarán áreas para: la zona de equipos; la bodega de químicos, áreas para las piscinas o tanques para el almacenamiento y tratamiento de agua, el área de tratamiento y disposición de cortes, área para los generadores y el tanque de combustible y los contenedores (campamento). De igual forma se dispondrá de un área para la instalación de un centro Logístico de Exploración (CLEX), el cual permitirá el almacenamiento de equipos, materiales y tubería y llegado el caso que sea necesario la adecuación de campamentos completos para la operación del campo.

Por otra parte, las plataformas multipozo dispondrán de las siguientes estructuras y características de diseño, cuyas especificaciones podrán variar en función tanto de las características del medio físico del área a intervenir, como de las características del equipo de perforación a utilizar:

- Contrapozo: Se construirá con las dimensiones indicadas en los planos, en concreto con una resistencia a la compresión  $f'c = 3.000$  psi, el cual irá impermeabilizado integralmente con Plastocrete DM o un producto similar.

Si durante la instalación del tubo conductor hay presencia de nivel freático el CONTRATISTA DE OBRA debe utilizar un aditivo para fundir concreto bajo agua, el cual debe ser aprobado por PETRONOVA COLOMBIA.

El refuerzo consistirá en malla electrosoldada tipo Q5. El espesor de los muros será de 0,25m y se colocará doble malla. Se utilizarán apoyos en mortero de los tamaños y formas aprobados previamente por la INTERVENTORÍA TÉCNICA. La separación entre mallas debe realizarse con elementos estructurales fabricados con la misma malla o acero de igual o mayor resistencia a la aquí especificada.

El sistema de fundición del piso será determinado por la INTERVENTORÍA TÉCNICA, la cual podrá ser antes o después de la instalación del tubo conductor. El espesor del piso será de 0,10m aproximadamente y no llevará refuerzo.

En este ítem debe contemplarse la instalación de “U” en acero de diámetro 1” que servirán de escalera para el acceso al contrapozo, estas “U” se colocarán cada 30 cm a partir del nivel del piso, con un ancho de 50 cm, antes de fundirse los muros se deben colocar las “U” con el fin de que estas queden embebidas, su profundidad dentro del muro será de 20 cm , además la parte que servirá de peldaño tendrá un volado de 15 cm.

- **Placa de soporte del taladro:** La placa del taladro se construirá en concreto de resistencia 3000psi; tendrá entre 20cm a 25cm de espesor y estará reforzada con doble malla electrosoldada tipo Q7 (ver Figura 2-13). Los diseños presentados en este documento son diseños tipo ya que los diseños para cada plataforma se entregarán en el Plan de Manejo ambiental respectivo para cada pozo.

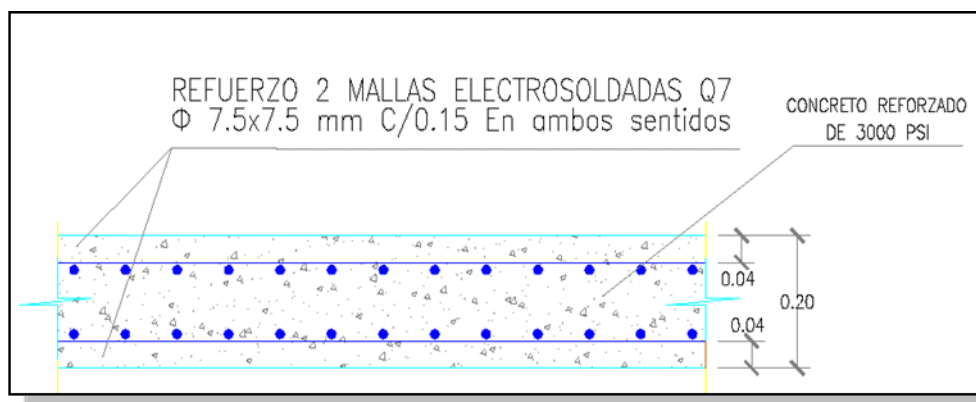


**Figura 2-13. Diseño tipo de una placa del taladro**

- **Piscinas para tratamiento de cortes y aguas de perforación:** Para los sistemas de tratamiento de agua industrial y cortes de perforación, se contará con un sistema de tres piscinas, ubicadas en el área máxima de intervención de la plataforma de operaciones, el cual ocupará un área aproximada de 604m<sup>2</sup> en total. Para el manejo del agua de escorrentía en este sector, se dejará la superficie con un bombeo hacia el drenaje perimetral, dejando cada piscina con un contorno realzado tipo dique, aprovechando el anclaje de la geomembrana. Las características y dimensiones de cada piscina se presentan en la Tabla 2-24.

**Tabla 2-24. Características del sistema de piscinas**

| CARACTERÍSTICAS                    | PISCINAS |          |          |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                    | AGUA     | CORTES 1 | CORTES 2 |
| ÁREA SUPERFICIAL (m <sup>2</sup> ) | 100      | 240      | 264      |
| TALUDES                            | 1H:2V    | 1H:2V    | 1H:2V    |
| PROFUNDIDAD (m)                    | 2        | 2        | 2        |
| CAPACIDAD (Barriles)               | 821      | 2274     | 2524     |

|                    |     |     |     |
|--------------------|-----|-----|-----|
| VOLUMEN TOTAL (m³) | 131 | 362 | 402 |
|--------------------|-----|-----|-----|

Todas las piscinas serán revestidas con geomembrana tipo S-500 para ser impermeabilizadas. La geomembrana se anclará al terreno por medio de una zanja de 0,30m de profundidad a 1,0m del borde de la piscina. Sobre esta zanja se colocará una barrera tipo dique en tierra de 0,20m de altura, para evitar que el agua de escorrentía entre en las piscinas. La piscina de tratamiento de aguas podrá ser reemplazada por “catch tanks” para la realización del tratamiento en un sistema cerrado.

- Cerramiento: el área de la plataforma contará con un cerramiento en postes de madera, colocados cada 3m con 4 hileras de alambre galvanizado; los postes tendrán 2m de altura y estarán enterrados 40cm, aproximadamente. Para su instalación, se realizará una excavación de 40cm de profundidad, por 30cm de diámetro, se procederá a instalar el poste, se realizará el relleno con concreto pobre de 1500 psi; en sus cambios de alineación o cada 30 metros se instalará un pie de amigo. También se podrá realizar el encerramiento en malla tipo ciclón de ser requerido.
- Muertos en concreto: Se deben fundir cuatro cajas distribuidas en la plataforma de acuerdo con la ubicación del equipo de perforación, para el amarre de los vientos (tensores que dan estabilidad a la torre). Las dimensiones de estas cajas son comúnmente de 1mx1mx1m en su parte superior. Deben ser fundidas en concreto de 3000psi y tienen en su parte inferior un tubo de acero al que se amarran los extremos de la guaya dejando un ojo que sobresalga de su superficie (ver Figura 2-14). Las cajas deberán ir enterradas, sobresaliendo solamente la guaya.

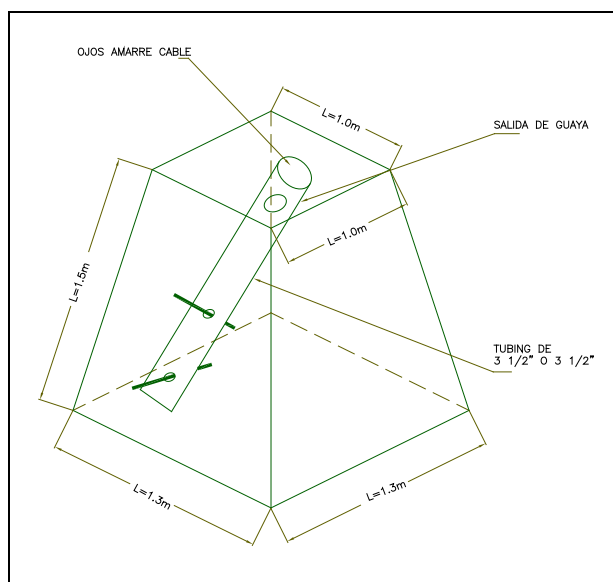


**Figura 2-14. Esquema de los muertos para anclaje de la torre**

- Dique de combustible: El tanque de ACPM se apoyará sobre una placa en concreto de 10cm de espesor o sobre el suelo debidamente recubierto con

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

geomembrana. Estará confinado ya sea por medio de un dique en mampostería o con sacosuelos recubiertos por geomembrana (ver Fotografía 2-24).

Si el muro es en mampostería, estará revocado o pañetado en su cara interna, tendrá una altura de un metro (1m) con un espesor de 12cm. Se construirán columnetas en concreto cada cuatro metros y en las esquinas de los muros, e irán reforzadas con cuatro varillas de 1/2"; las dimensiones de las columnetas serán de 20cm x 15cm. En el foso interno del muro se instalará una caja de bombeo de 30cm X 30cm y una válvula de globo de 2", para drenaje. En la parte exterior se construirá otro foso de iguales dimensiones fundido en concreto de 3000psi. El Bloque en su cara exterior se dejará a la vista, con pegas en mortero. El pañete debe ser con mortero relación 1:3 con un espesor máximo de un centímetro (1cm), por lo cual el muro debe quedar con un desplome máximo del 0,5%. También se podrá contar con tanques de diesel que tengan dique de contención integral.



**Fotografía 2-24. Almacenamiento tipo de ACPM**

- Caseta de almacenamiento de química: Se construirá una caseta para el almacenamiento de la química que se utilizará durante la etapa de perforación. Se podrá construir con columnas y vigas en madera y cerramiento en lámina de zinc galvanizada o polisombra. La cubierta podrá ser en lámina galvanizada anclándola a las correas de madera. La caseta estará cerrada en tres (3) de sus lados; el piso de la caseta será en material de afirmado, proveniente de canteras autorizadas, y los sacos de química se deberán soportar sobre estibas de madera. Las columnas irán sobre cimientos en concreto.
- Casetas varias: Se construirán 2 casetas adicionales para el almacenamiento de residuos y para la portería de entrada. Estas casetas tendrán columnas en madera y techadas con lámina de zinc.
- Cunetas perimetrales aguas lluvias: Cunetas que recogen las aguas lluvias no contaminadas. Se construirán en concreto simple o en tierra compactada y sobre todo el perímetro de la localización; son de forma trapezoidal cuyo ancho de corona es de 70cm, una profundidad variable entre 20cm, respetando los

niveles del terreno (ver Figura 2-15). Estas cunetas deben llevar juntas de dilatación cada 3m.

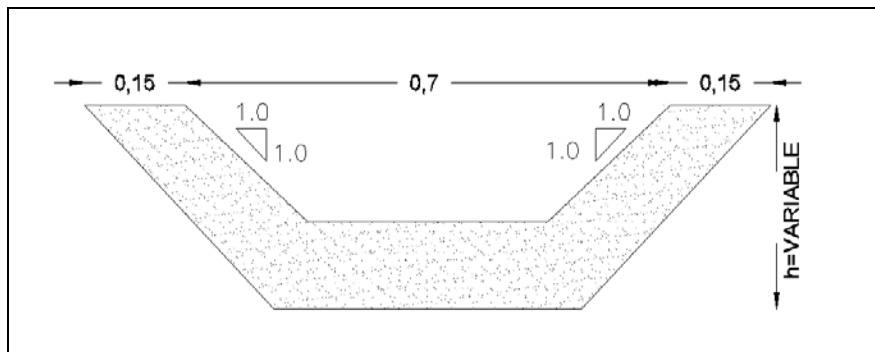


**Figura 2-15. Esquema de la cuneta de aguas lluvias en concreto simple**

- Cunetas de aguas aceitosas: su función es recoger las aguas aceitosas generadas durante la perforación y en el lavado de equipos y conducir las a la trampa de grasas. Se construyen perimetralmente a la placa donde se apoya el taladro y los equipos; se construyen en concreto reforzado con malla tipo Q4 rectangulares con dimensiones aproximadas de: 0,30m de ancho interno y 0,26m de alto en concreto reforzado con malla Q4 construidas en concreto de 2500psi, con espesor de pared de 10cm y altura variable (ver Figura 2-16).

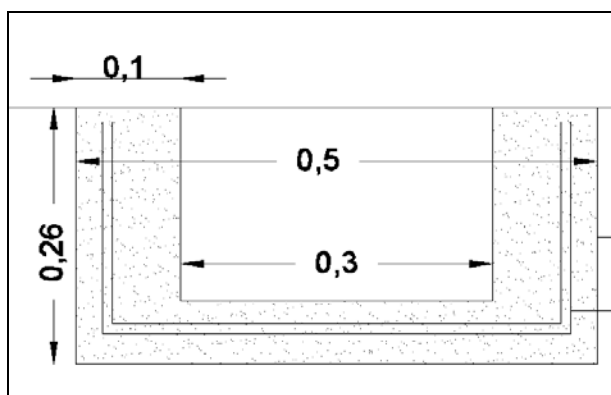


**Figura 2-16. Cuneta de aguas aceitosas**

- Trampas de grasas: Se contará con dos trampas en la plataforma, una de aguas aceitosas de las cunetas perimetrales de los equipos y el taladro y una trampa para las aguas grises de las unidades sanitarias que se instalarán en la etapa de perforación. Las trampas de aguas grises y aceitosas se construirán en concreto impermeabilizado de 3000psi reforzados con doble malla tipo Q4. Generalmente la trampa de aguas grises viene con la Red Fox (es prefabricada). En la trampa de aguas grises el contenido graso es retenido mediante un tabique y por rebose pasa a un compartimiento (foso de bombeo) de donde se extrae manualmente. Las aguas aceitosas recogidas provenientes del contrapozo y canales perimetrales a la placa del taladro, se bombearán hacia los tanques o piscinas de almacenamiento de afluentes industriales del pozo.

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Desarenador y skimmer: En la locación se construirá un desarenador para recoger las aguas lluvias del perímetro de la locación, y así poder retirar los sedimentos que se encuentren presentes en estas. También se construirá un skimmer para recoger las aguas aceitosas que circulan por las cunetas tipo cárcamo que rodean la zona del taladro con el fin de retirar el aceite por medio de una trampa de aguas aceitosas. El diseño tipo de estas estructuras se muestran en el capítulo 7. PMA del presente EIA, y las especificaciones técnicas para el skimmer (trampa de aguas aceitosas) y desarenador son las siguientes: (no obstante en los respectivos planes de manejo ambiental se presentarán las especificaciones definitivas)
  - ✓ Se construirá con las dimensiones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones dadas por el interventor en concreto con una resistencia a la compresión  $f'c = 3.000 \text{ PSI}$ , el cual irá impermeabilizado integralmente con Plastocrete DM o un producto similar, según instrucciones dadas por la interventoría civil. El refuerzo consistirá en malla electrosoldada de tipo Q4.
  - ✓ Las dimensiones de los muros será de 0,15 metros de espesor con malla sencilla, la pantalla y foso de bombeo será de 0,10 metros de espesor con malla sencilla. Se utilizarán apoyos en mortero de los tamaños y formas aprobados previamente por la interventoría civil.
  - ✓ Si durante la fundición de las trampas hay presencia de nivel freático el Contratista de la obra deberá utilizar el número de motobombas necesarias para evacuar el caudal existente durante éste proceso.
  - ✓ La unidad de medida para el concreto de 3.000 PSI será el metro cúbico ( $m^3$ ), con aproximación a un decimal, el Contratista de la obra civil debe incluir en todos los concretos un aditivo acelerante. Las áreas serán determinadas en su posición final, verificadas por la interventoría civil después de ser ejecutados los trabajos.
- Campamentos: Estos campamentos se utilizarán en la etapa de perforación para el alojamiento de las personas requeridas de manera continua en la operación; serán de tipo contenedor. Se adecuarán otros contenedores para los siguientes servicios del taladro: comedor, lavandería, enfermería, cuarto de comunicaciones, bodegas, oficinas, entre otros.
- Helipuerto: En caso de ser necesario se podrá construir un helipuerto, el cual se adecuará dentro del área de alguna de las plataformas multipozo.

De acuerdo con la Guía Ambiental para Programas de Exploración Sísmica Terrestre, expedida en 1997, para la adecuación de helipuertos y zonas de descarga se tendrán en cuenta las siguientes características técnicas:

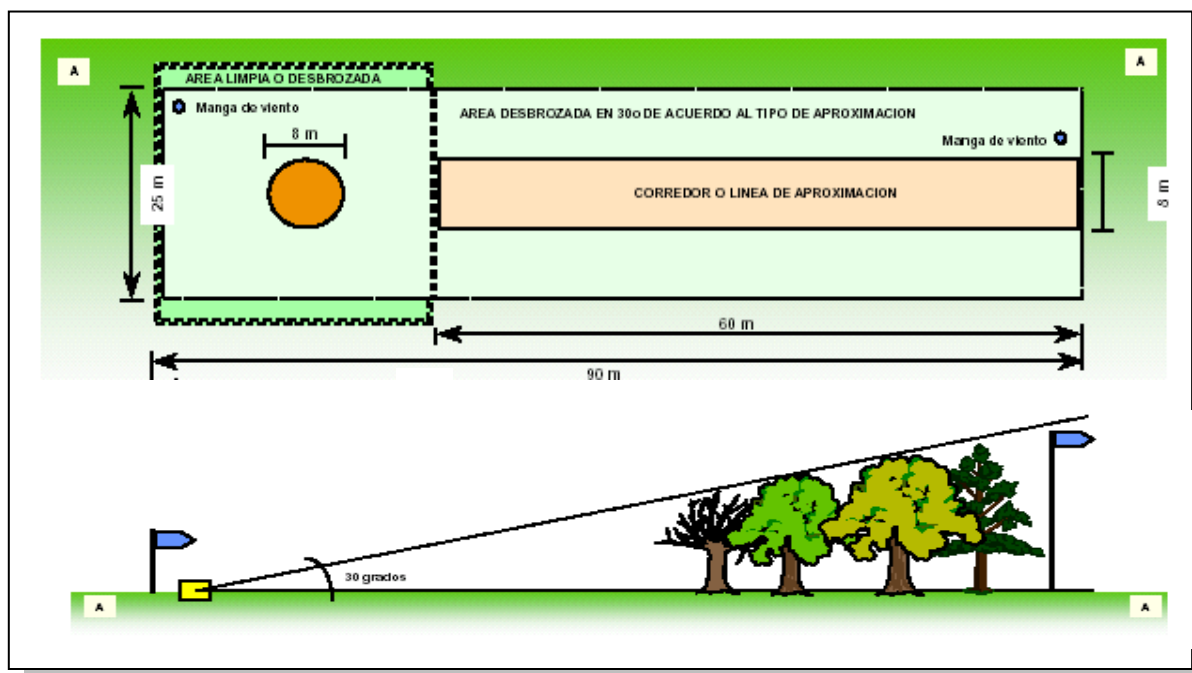
- ✓ Se aprovechará la topografía del terreno más favorable con el fin de evitar el descapote y trabajos de nivelación.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-63 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|



**Fotografía 2-25. Helipuerto Tipo para transporte de personal**

- ✓ Los componentes esenciales de los helipuertos estarán dados por las áreas convenientes para las maniobras de elevación inicial, de despegue, de aproximación y de toma de contacto.
- ✓ Para el despegue y aproximación de los helicópteros se deben tener en cuenta las condiciones óptimas de seguridad, por tal razón es necesario asegurar que no hay obstáculos en la trayectoria probable de helicóptero, que puedan poner en peligro la operación.
- ✓ Las dimensiones para las áreas donde se adecuarán los helipuertos corresponden a las que se presentan en la Figura 2-17, las cuales aplican para zonas boscosas como es el caso del área del levantamiento sísmico Uribe 3D – 2009.



Fuente: Guía ambiental para programas de exploración sísmica, 1997.

Nota: Cuando se requiera utilizar helicópteros de gran capacidad (Tipo MI-17) para transportar personal y carga externa de más de 6 ton, el diámetro del área de aterrizaje podrá duplicarse (diámetro = 16 m) y el corredor o línea de aproximación se extenderá hasta en 20 m (longitud del corredor = 80 m). De todas maneras, en la determinación de las dimensiones y ubicación del helipuerto prima la conservación de áreas boscosas

**Figura 2-17. Parámetros de diseño para los helipuertos**

- ✓ Los helipuertos deberán estar equipados con extintores de polvo químico seco.
- ✓ Los helipuertos deberán ser desmantelados al terminar los trabajos, procediendo a la limpieza del área y a su restauración.
- ✓ Como los helipuertos solo se utilizarán durante el día no será necesario la instalación de señales luminosas, sin embargo, a continuación se describen una serie de ayudas visuales que deberán ser tenidas en cuenta durante la construcción de los helipuertos:
  - **Indicador de la dirección del viento:** El indicador de la dirección del viento tiene por objeto señalar la dirección del viento y dar una idea de su velocidad. Todos los helipuertos deberán estar dotados, por lo menos, de un indicador.
  - **Señal de identificación del helipuerto:** Es la señal común que aparece en todos los helipuertos de superficie, y por lo general, consiste en la letra "H".

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

➤ **Métodos constructivos (para las vías y las plataformas)**

La adecuación de las vías existentes y la construcción de los nuevos accesos y plataformas, tendrá en cuenta el siguiente procedimiento:

- **Localización y replanteo:** con esta actividad se pretende trazar sobre el terreno por medio de estacas la obra que se va a realizar. Para las vías, se debe localizar y verificar el eje de la vía y los niveles de referencia del proyecto dejando referencias con mojones permanentes realizados con materiales duraderos, en forma tal que no sean afectados por las actividades posteriores del proyecto y así mismo, que sean visibles e identificables para la localización, nivelación y/o verificación de la ubicación de las diferentes excavaciones, rellenos y estructuras.
- **Desmonte y descapote:** Se ejecutará la actividad de tala, desmonte y limpieza, en los tramos que se requieran, la cual comprende básicamente el retiro de la cobertura vegetal. Posteriormente, se realizará el descapote o retiro de la capa orgánica de suelo en un ancho de 10 m (para las vías) y en un espesor que puede variar de acuerdo a las condiciones del suelo entre 0,2 m y 0,5 m; el material orgánico removido se almacenará en uno de los lados de la vía y será apilado a manera de dique el cual eventualmente evitará las posibles inundaciones de la vía en épocas de lluvias. Al finalizar la limpieza y descapote de las áreas a intervenir, la subrasante deberá tener un bombeo adecuado para evitar la acumulación de agua y ablandamiento del suelo de apoyo de las estructuras o rellenos. Para las plataformas se realizará en un área de 7 has como máximo.
- **Movimientos de tierras:** finalizado el descapote y limpieza del área, se inicia la explanación de la plataforma de perforación o de las vías de acceso; Se efectuarán los cortes y se conformarán los rellenos de acuerdo con la señalización de la comisión de topografía, los cuales tendrán como base los diseños propuestos.

Los cortes se realizarán con retroexcavadora o motoniveladora y los terraplenes o rellenos se compactarán con vibrocompactador autopropulsado, rodillo o patecabra en capas horizontales de 15 a 20cm hasta obtener el grado de compactación mínima del 95% de la densidad máxima obtenida del ensayo del Proctor Modificado.

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, zonas de préstamo de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales y serán de naturaleza tal que se obtenga una buena compactación, formando así una capa firme y bien unida. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor Técnico, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas. El índice de plasticidad será inferior al 10% y el tamaño máximo del material utilizado será de 3" pulgadas.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-66 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Interventor Técnico, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. Así mismo, los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor Técnico y aprobados por éste.

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500 m) adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar como mínimo al 95% de la densidad seca máxima determinada según el ensayo Próctor modificado, en una profundidad no menor de 15 cm.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor Técnico, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

En la obra se permitirá la mezcla de dos o más tipos de materiales en seco por procedimientos aprobados por la INTERVENTORÍA TÉCNICA, que en ningún caso produzcan deterioro o desperfecto a la subrasante o al mismo relleno ya construido. La mezcla deberá ser completa y el material resultante deberá estar en un todo de acuerdo con las normas.

El Interventor Técnico sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado, según se indica en el numeral anterior.

De igual forma se deberán tener en cuenta las siguientes medidas especiales:

- El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.
- Los materiales de cada capa serán de características uniformes.
- No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.
- Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-67 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Será responsabilidad del Constructor asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Constructor propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Interventor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

La densidad mínima de los terraplenes deberá ser del 95% de la densidad máxima determinada según el ensayo Proctor modificado. Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén que se esté compactando.

El espesor de las capas de terraplén será definido por el Constructor con base en la metodología de trabajo, aprobada previamente por el Interventor Técnico, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación.

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

El Constructor responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Interventor Técnico, haya sido mal construido por descuido o negligencia atribuible a aquel o como resultado de causas naturales distintas a movimientos inevitables del suelo sobre el que se ha construido el terraplén.

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas. Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-68 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor Técnico.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada.

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor Técnico y a plena satisfacción de éste. No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Constructor la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

El material de descapote se extenderá en el terraplén de las vías y plataformas para ayudar con el proceso de revegetalización y estabilización de los taludes de las mismas o se dispondrá para rellenar las zonas de préstamo, en caso de que sea necesario adquirir material mediante este proceso.

- Escarificación y compactación del afirmado: Consiste en el tratamiento que se le debe dar a la última capa, la cual servirá como capa de rodadura del proyecto y de soporte de las estructuras. Se debe realizar la escarificación sobre el ancho a utilizar como banca (4,5 m) y el cuneteado a lado y lado de la vía por medio de una motoniveladora. El material se extenderá, nivelará y compactará, hasta lograr una superficie de rodadura adecuada para el tráfico vehicular. El afirmado se colocará con la base granular. La pendiente de las cunetas y sus salidas deberán ser demarcadas por el topógrafo. El espesor final compactado será de 10cm o el requerido hasta alcanzar la cota rasante de diseño.
- Obras de arte: Posteriormente, se iniciará la construcción de las obras de arte necesarias, como cunetas perfiladas, box coulverts y/o alcantarillas de 24" o 36" en concreto u otras de acuerdo con los diseños específicos de obras civiles que se presentarán en los respectivos planes de manejo ambiental para los pozos a perforar.

En cuanto al cruce de cauces necesarios en la construcción de las vías de acceso en diferentes sectores, se construirán estructuras que cumplan puntualmente con el caudal del drenaje en particular. Así, en algunos sitios de

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-69 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

cruces de cauce, será necesaria la construcción de pontón tipo, con longitud aproximada máxima de 7 m, que sería la estructura de mayor envergadura dentro del área. Otras posibles obras a construir en los cruces de cuerpos de agua son bateas, alcantarillas sencillas, dobles y demás de 24" y 36" y box coulvert, con sus respectivos descoles y encoles, además de obras de arte como filtros, cunetas en tierra o recubiertas de concreto a lo largo de las vías. De acuerdo con las vías a construir para acceder a las locaciones, se describen las posibles ocupaciones de cauce y las obras requeridas. El diseño definitivo con dimensiones y especificaciones de las obras en cada sitio puntual, se realizará de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio hidráulico detallado y se incluirá en el PMA respectivo.

Para el drenaje de terraplenes que haya que construir, se requerirá adicionalmente la construcción de sub-drenes en sectores mal drenados y cunetas laterales que faciliten la evacuación de las aguas de escorrentía.

En la Tabla 2-25 se especifican las obras de drenaje necesarias para la construcción de vías, las cuales se definirán en el momento de contar con los diseños definitivos.

**Tabla 2-25. Obras de drenaje y estructuras típicas necesarias para las vías de acceso a locaciones.**

| OBRA O ESTRUCTURA                                                                                          | LOCALIZACIÓN APROXIMADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcantarillas sencillas o dobles de 24" o 36" de diámetro.                                                 | En los sitios de cruce de pequeños drenajes de aguas lluvias y en otros puntos para el drenaje de la banca. También se requiere construir dichas estructuras cada cierta distancia en los tramos de terraplén para permitir el drenaje natural de un lado al otro de la vía, pues de no hacerlo, en tiempo de lluvias, este actuará como un dique y el nivel del agua puede llegar a pasar por encima de la vía. |
| Box coulvert con dimensiones del orden de 1.0 m por 1.0 m a 2.0 por 2.0 m                                  | En sitios de cruce de cuerpos de agua como pequeñas quebradas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Cunetas laterales a lo largo de la vía                                                                     | En tierra, cuando la pendiente longitudinal sea menor al 8%. En caso de construir tramos la vía con pendiente superior a 8%, sus cunetas se deberán recubrir con concreto para evitar la erosión a lo largo de la vía.                                                                                                                                                                                           |
| Descoles                                                                                                   | Se pueden conformar en tierra, en sectores donde la pendiente transversal sea suave y revestidas en sacos de suelo – cemento, piedra pegada o concreto, en lugares donde la pendiente transversal sea muy pronunciada.                                                                                                                                                                                           |
| Drenes sub-superficiales                                                                                   | En sectores donde el nivel freático se encuentre cercano a la superficie del terreno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Pontones en concreto reforzado con luz libre de 10 a 15 m. o bateas de concreto con tubos de alcantarilla. | En el sitio de cruce de quebradas grandes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Bateas en losa de concreto o sobre tubería                                                                 | En los sitios de cruce de aguas superficiales que no alcanzan a tener una lámina de agua por encima de 0.80 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

A continuación se describen algunas de las obras típicas de drenaje a construir.

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-70 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- **Alcantarilla sencilla de diámetro de 36" cm.**

Estas estructuras están conformada por tubos de concreto reforzado de diámetro igual de 90 cm, con separación de 0,35 m de las paredes de la excavación que tendrá un ancho total de 4,70 m. Estos elementos tendrán atraque en concreto de 2500 PSI. en todo su entorno con un espesor en el fondo de 0,15 m. La pendiente que se debe dar a los tubos es del 5% para evitar la segregación de partículas en el fondo de estos y su colmatación.

Sobre los tubos, va una parrilla metálica ubicada a 0,1 m del borde superior de estos y 0,1 m por debajo de la cota superior del atraque de concreto, conformada por refuerzo en ambos sentidos de 5/8" cada 15 cm. En la superficie, se conformará una capa de afirmado compactado de 0,1 m de espesor, con bombeo hacia ambos costados (dos aguas) mínimo del 3%.

El guardaruedas, al igual que el cabezote y las aletas, estarán contruidos en concreto de 2500 PSI. El guardaruedas, tiene un ancho igual al ocupado por los tubos de 4,7 m, una altura de 0,2 m y un ancho de 0,2 m a ambos costados de la estructura. El cabezote, en la parte superior, inicia con un ancho de 0,20 m y en el fondo tiene un ancho de 0,60 m.

Las aletas, ocupan una longitud de 1,3 m a lo largo y de 1,3 m a lo ancho, teniendo en cuenta que son construidas en diagonal con respecto a la posición de los tubos. Cuentan con el respectivo vano (espacio) para la conexión de las cunetas longitudinales de la vía.

El ancho total de la estructura es variable y depende de las características del cauce a intervenir y de las especificaciones de la vía en ese sitio. La altura de cada alcantarilla, debe ajustarse a la topografía del terreno. En las siguientes figuras se pueden apreciar las características de estas estructuras.



Sobre los tubos, va una parrilla metálica ubicada a 0,1 m del borde superior de estos y 0,1 m por debajo de la cota superior del atraque de concreto, conformada por refuerzo en ambos sentidos de 5/8" cada 15 cm. En la superficie, se conformará una capa de afirmado compactado de 0,1 m de espesor, con bombeo hacia ambos costados (dos aguas) mínimo del 3%.

El guardaruedas, al igual que el cabezote y las aletas, estará construido en concreto de 2500 PSI., tiene un ancho igual al ocupado por los tubos de 4,7 m, una altura de 0,2 m y un ancho de 0,2 m a ambos costados de la estructura. El cabezote, en la parte superior, inicia con un ancho de 0,20 m y en el fondo tiene un ancho de 0,60 m. Las aletas, ocupan una longitud de 1,3 m a lo largo y de 1,3 m a lo ancho, teniendo en cuenta que son construidas en diagonal con respecto a la posición de los tubos. Cuentan con el respectivo vano (espacio) para la conexión de las cunetas longitudinales de la vía.

El ancho total de la estructura es variable y depende de las características del cauce a intervenir y de las especificaciones de la vía en ese sitio. La altura de cada alcantarilla, debe ajustarse a la topografía del terreno.

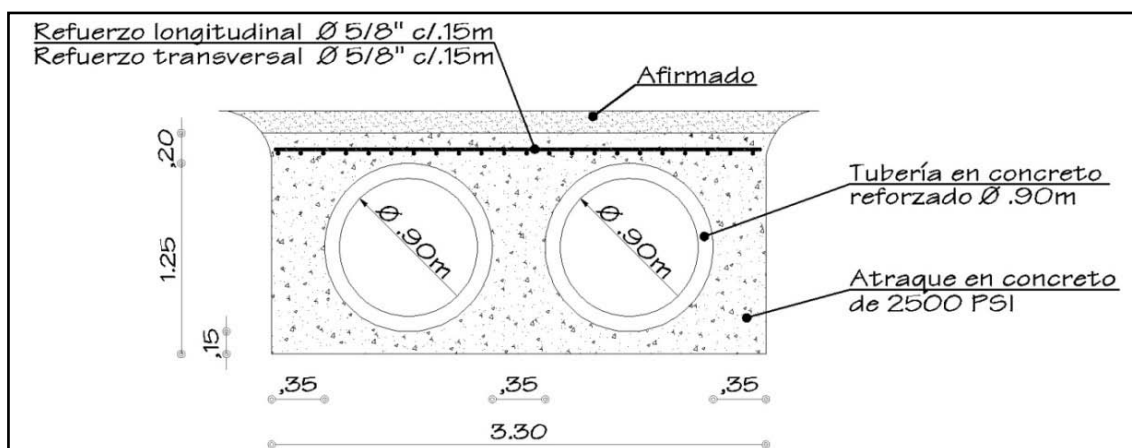


**Figura 2-20. Detalle atraque Alcantarilla doble.**

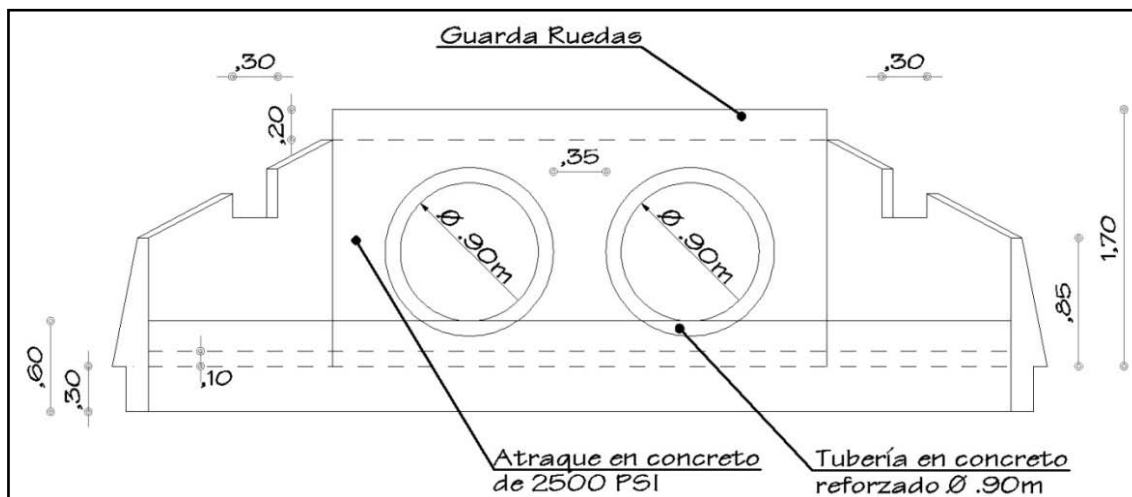


**Figura 2-21. Sección transversal Alcantarilla doble.**

- **Alcantarillas triples con tubería de diámetro de 36"**

Estas estructuras están conformadas por tres (3) tubos de concreto reforzado de diámetro igual de 90 cm, paralelos entre sí, con una separación entre ellos de 0,35 m al igual que la separación con las paredes de la excavación, que tendrá un ancho total de 4,70 m. Estos elementos tendrán atraque en concreto de 2500 PSI en todo su entorno con un espesor en el fondo de 0,15 m. La pendiente que se debe dar a los tubos es del 5% para evitar la segregación de partículas en el fondo de estos y su colmatación.

Sobre los tubos, va una parrilla metálica ubicada a 0,1 m del borde superior de estos y 0,1 m por debajo de la cota superior del atraque de concreto, conformada por refuerzo en ambos sentidos de 5/8" cada 15 cm. En la superficie, se conformará una capa de afirmado compactado de 0,1 m de espesor, con bombeo hacia ambos costados (dos aguas) mínimo del 3%.

El guardaruedas, al igual que el cabezote y las aletas, estarán contruidos en concreto de 2500 PSI. El guardaruedas, tiene un ancho igual al ocupado por los tubos de 4,7 m, una altura de 0,2 m y un ancho de 0,2 m a ambos costados de la estructura. El cabezote, en la parte superior, inicia con un ancho de 0,20 m y en el fondo tiene un ancho de 0,60 m.

Las aletas, ocupan una longitud de 1,3 m a lo largo y de 1,3 m a lo ancho, teniendo en cuenta que son construidas en diagonal con respecto a la posición de los tubos. Cuentan con el respectivo vano (espacio) para la conexión de las cunetas longitudinales de la vía.

El ancho total de la estructura es variable y depende de las características del cauce a intervenir y de las especificaciones de la vía en ese sitio. La altura de cada alcantarilla, debe ajustarse a la topografía del terreno.

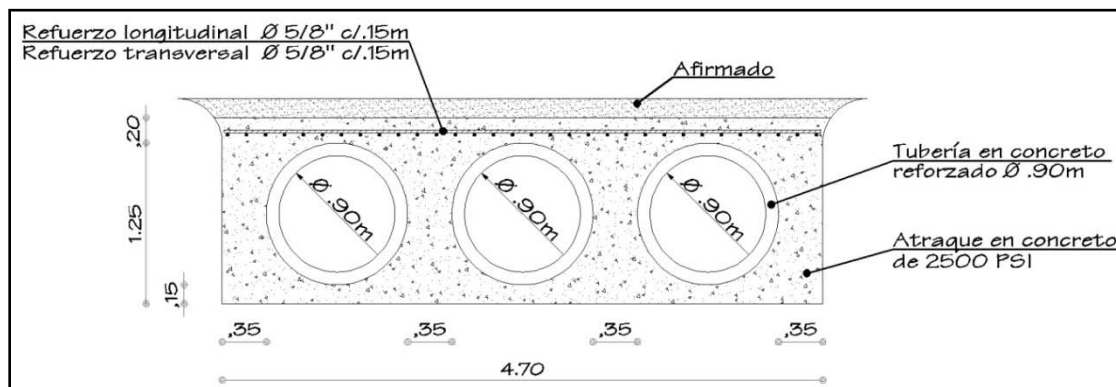


**Figura 2-22. Detalle atraque Alcantarilla triple.**

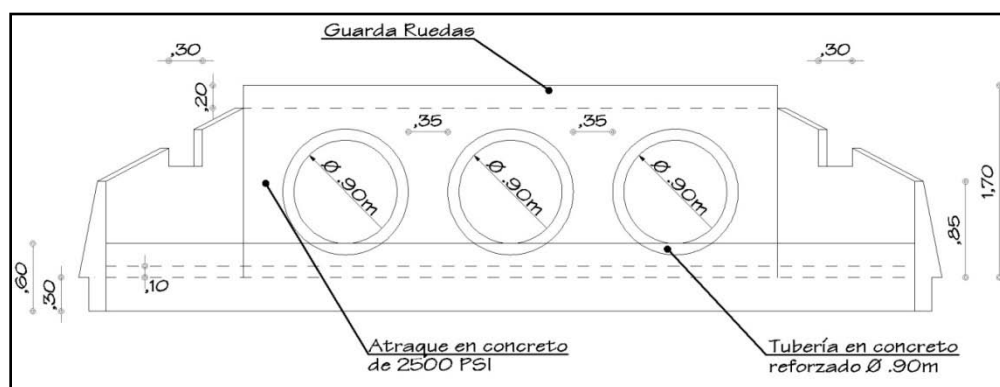


**Figura 2-23. Sección transversal Alcantarilla triple.**

#### • Box-Coulvert.

Son estructuras de sección rectangular construidas generalmente en concreto que se diseñan para conducir corrientes de agua y para dar continuidad a una vía de forma cómoda y segura.

#### Proceso Constructivo.

- ✓ **Localización y replanteo:** consiste en ubicar en el terreno los ejes y elementos correspondientes a la cimentación y la estructura que se va a construir, según los planos de diseño.
- ✓ **Desvío de la corriente:** esta tarea se puede realizar con mayor seguridad y eficiencia en época de menor precipitación, donde los caudales disminuyen y se facilita su manejo. La actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío de la corriente a intervenir, de tal manera que permita realizar las actividades sin interrupciones del flujo. Es recomendable instalar trinchos y sacos rellenos de suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente; así como seguir las recomendaciones hechas por la respectiva autoridad ambiental, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.
- ✓ **Preparación del Terreno:** consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación.

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- ✓ **Cimentación:** implica la construcción de placa, vigas o atraque en concreto ciclópeo con el objetivo de apoyar y transmitir las cargas de la propia estructura y las generadas por la vía y tránsito de vehículos.
- ✓ **Placa de fondo:** esta etapa consiste en el amarre del refuerzo en ambos sentidos según el diseño, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi para conformar una placa maciza de espesor variable sobre la cual se construirán los muros del box. Se debe prever la instalación del acero de arranque para los muros.
- ✓ **Muros:** esta actividad consiste en el amarre del refuerzo, en la instalación, apuntalamiento y alineamiento de la formaleta, en el vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi para los muros que conforman el box. Luego de fundidos los muros se verificarán la verticalidad de los mismos.
- ✓ **Placa superior:** la actividad involucra, la instalación de la formaleta, el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según los diseños, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi, para conformar una placa de espesor variable que sirva de soporte a la estructura de la vía.
- ✓ **Aletas:** la labor consiste en la construcción de los muros de contención de los materiales de relleno laterales y estabilización de la banca.
- ✓ **Rellenos:** consiste en extender y compactar el material designado para la base y sub-base de la vía; así como los espacios conformados por las aletas de confinamiento por lo menos al 95% del proctor modificado.
- ✓ **Actividades de restauración:** se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización. En esta etapa se debe redirigir el flujo de la corriente hacia la estructura nueva y a su cauce original.

#### • Puentes

Los puentes son estructuras que se diseñan y construyen con el objeto de dar continuidad a un sistema de conducción o transporte como por ejemplo una vía, sobre un obstáculo natural o artificial, generalmente representado por una corriente o una depresión topográfica (ver Figura 2-24). Los materiales más comunes usados en la construcción de puentes son acero estructural, concreto reforzado y en menor cantidad madera.

En general los puentes están conformados por dos partes básicas de la siguiente manera:

- **La Infraestructura:** es la parte que sirve de apoyo al puente y su función consiste en transmitir las cargas generadas a la cimentación. Está constituida por los apoyos extremos llamados estribos y los intermedios llamados pilas.
- **La Superestructura:** hace referencia a los elementos que se apoyan sobre los estribos y pilas y su función es servir de soporte y rodadura al flujo de operación (Vehículos, personas, animales), y transmitir las cargas a la infraestructura. Dichos elementos generalmente son vigas y losas o tableros continuos.

Los estribos son los apoyos extremos que tienen la función adicional de contener la tierra en los accesos del puente y son básicamente pilares con muros en los lados. En este tipo de puentes los estribos se pueden construir monolíticamente con la superestructura. Estos pueden ser en concreto reforzado de 3.000 psi. Los muros laterales que contienen el relleno del acceso deben tener la longitud adecuada para

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-76 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

evitar la erosión y la pérdida del relleno, pueden construirse monolíticamente con el tronco y el muro de respaldo del estribo.

La losa del puente debe ser en concreto de 4.000 psi de espesor mínimo 0,20 cm y reforzada tanto longitudinalmente como transversalmente. La losa debe reforzarse transversalmente para distribuir las cargas vivas en forma lateral.

Se recomienda fabricar la infraestructura en tubería de acero, ya que esta presenta una opción más económica en su construcción, y se adapta a las situaciones donde no se cuenta con sitios de extracción de material de construcción cercano.

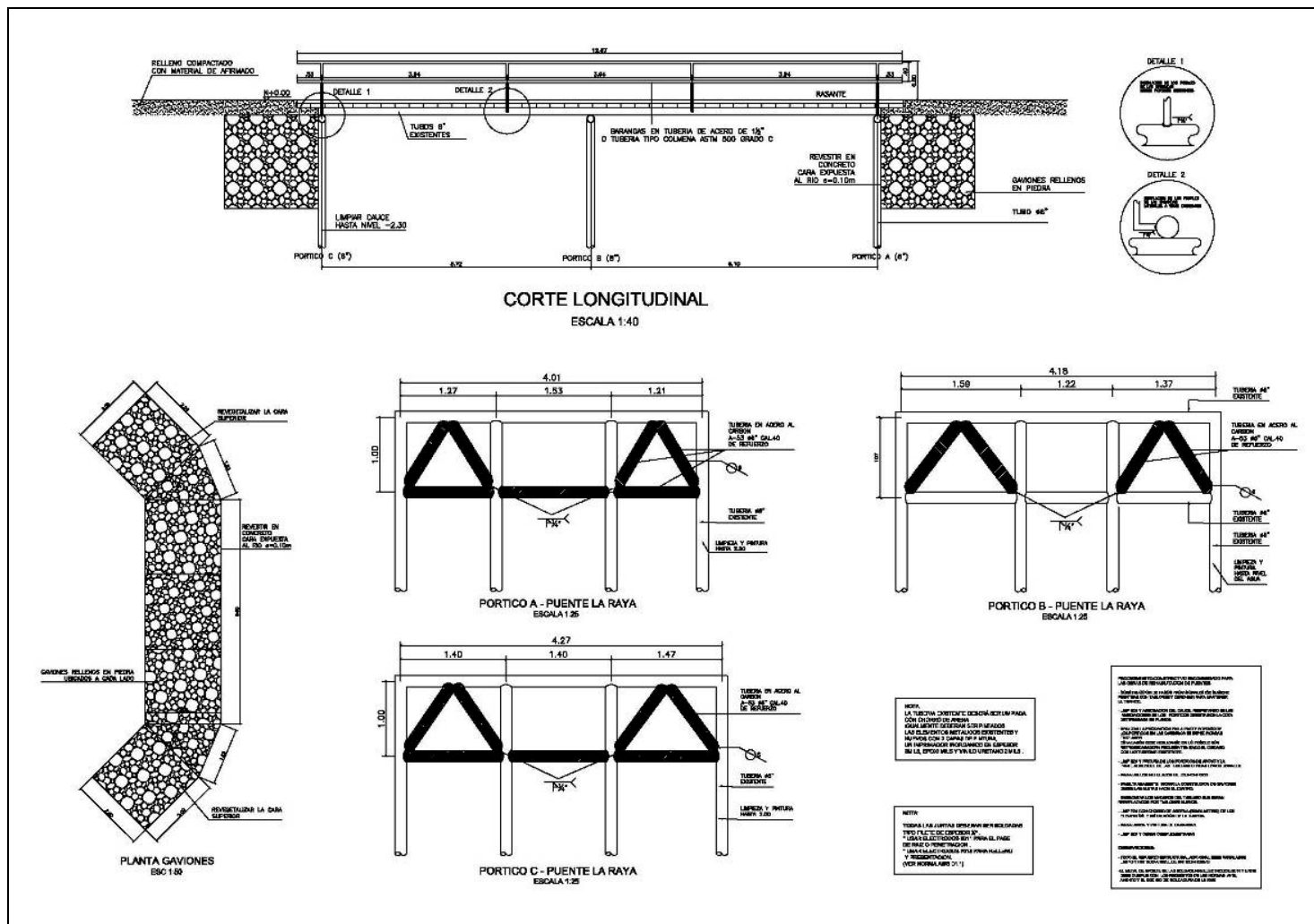


**Figura 2-24. Esquema Tipo de puente**

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- **Empradización:** Finalmente se realizará la empradización de los taludes conformados en la plataforma o la vía, así como en las demás áreas que deban protegerse contra la erosión superficial, por medio siembra de pasto, con el material orgánico obtenido del descapote del derecho de vía.

#### ➤ **Instalaciones de apoyo**

Durante la construcción de las vías y las plataformas de perforación, no se construirán instalaciones de apoyo. El personal calificado que trabajará durante esta etapa se hospedará en el casco urbano del municipio de Puerto Guzmán u otro municipio cercano que cuente con la infraestructura necesaria. El personal de labor (mano de obra no calificada) se contratará en la región, por lo tanto se desplazarán a sus viviendas a diario.

En caso necesario y previo acuerdo con los propietarios de las fincas involucradas en el área de influencia del proyecto, durante las noches, la maquinaria y elementos menores se podrán guardar en las casas de las fincas. Igualmente, el personal foráneo podrá pernoctar en alguna de las fincas.

En el área donde se construirá la plataforma de perforación se deberán adecuar los siguientes elementos:

- Zona para el almacenamiento temporal de los materiales de construcción: esta área deberá ser una zona techada tipo carpa (ver Fotografía 2-26) o una caseta con estructura en madera o metálica y techo en lámina de zinc; los materiales se deberán almacenar sobre estibas de madera.



**Fotografía 2-26. Caseta temporal para el almacenamiento de los materiales**

- Zona para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos generados en las obras civiles: se almacenarán temporalmente en canecas plásticas o en canecas demarcadas para los diferentes tipos de residuos (ver Fotografía 2-27). Las canecas preferiblemente se deberán mantener sobre estibas de madera y mantenerlas cubiertas.



**Fotografía 2-27. Almacenamiento temporal de residuos en las obras civiles**

- Zona para el almacenamiento temporal del combustible requerido para la maquinaria: Esta zona deberá estar confinada e impermeabilizada, podrá ser con un dique en saco-suelo recubierto con geomembrana. El combustible se almacenará en canecas o en pimpinas plásticas.

#### ➤ **El volumen estimado de cortes y rellenos**

- Vías de acceso: los estimativos de corte y relleno finales estarán dados por los levantamientos preliminares y los prediseños de obras civiles de las nuevas vías de acceso, los cuales no han sido establecidos en esta etapa del proyecto.

El corredor de las vías de acceso buscará inicialmente localizar el trazado de tal forma que se compensen los volúmenes de corte con los volúmenes de terraplén, con taludes de corte con inclinaciones adecuadas, de acuerdo al tipo de material y con alturas que garanticen la estabilidad general del corredor. Para tal fin se proyectó una línea de pendiente con un máximo de 10%.

De acuerdo con la geomorfología del área, la vía de acceso se proyecta en corte (conformación de terraplén) sobre una topografía plana a suavemente ondulada y por tal razón, las alturas de los taludes de corte no son considerables por cuanto la sub rasante se proyecta la misma topografía del terreno natural descapotado.

Las vías de acceso nuevas contarán con una capa de rodadura constituida por material de sub-base granular con espesor de 0,25m., instalando geo-celdas en el interface suelo-suelo granular, en toda el área de la vía ó 0,40m de sub base granular, instalando manto de empalizada y geo-textil tejido 2400 en el interface suelo-suelo granular. Para los movimientos de tierra para la construcción de vías de acceso se contempló un derecho de vía a descapotar de máximo 14 metros, incluyendo la zona de préstamo, terraplén de 1 metro de altura y un descapote con espesor de máximo 0,45 cm.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

**Tabla 2-26. Volúmenes de movimientos de tierra por longitud máxima de vías de acceso**

| VÍA                                                                                                                                                            | LONGITUD        | DESCAPOTE (m <sup>2</sup> ) | CORTE (m <sup>3</sup> ) | TERRAPLEN (m <sup>3</sup> ) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Buenos Aires del Mandúr – Las Villas                                                                                                                           | 5,08 Km         | 71.120                      | 32.004                  | 33.020                      |
| Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte                                                                                                                      | 5,94 Km         | 83.160                      | 37.422                  | 38.610                      |
| Vías de acceso directo a plataformas partiendo de las dos anteriores a construir (teniendo en cuenta una longitud máxima de 4 Km por locación * 5 plataformas) | 20 Km           | 280.000                     | 126.000                 | 130.000                     |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                   | <b>31,02 Km</b> | <b>434.280</b>              | <b>195.426</b>          | <b>201.630</b>              |

En total para el desarrollo de todas las actividades exploratorias contempladas para el APE Canelo Nogal se tendría la construcción de máximo 31,02 Km de vías de acceso, teniendo un área total de descapote para la construcción de vías de 43,428 has y unos volúmenes máximos estimados de corte para vías de 195.426 m<sup>3</sup> y un volumen máximo de relleno para el terraplén de los accesos de 201.630 m<sup>3</sup>.

Estos volúmenes presentados son aproximados; los volúmenes reales de movimientos de tierra de cada vía se determinarán al momento de que se conozcan las ubicaciones exactas de cada plataforma de perforación y se realice la ingeniería de detalle del pozo; estos volúmenes se presentarán en el plan de manejo ambiental de cada pozo.

Es importante aclarar que la vía que conduce de la vereda San Luis a la vereda Buenos Aires del Mandúr, solo será sujeta a actividades de adecuación, las cuales contemplan la ampliación de la banca a 4,5m, la aplicación y conformación con material de afirmado, la adecuación de obras de arte (alcantarillas) para el manejo de drenajes en donde sea necesario y la adecuación de los pontones de madera existentes en el cruce del caño El Porvenir, caño Timaná, quebrada El Águila y caño Azul.

- Zonas de préstamo lateral. Estas zonas serán empleadas en donde el contratista de la obra civil lo considere necesario para el levantamiento del terraplén y las labores se realizarán teniendo en cuenta todas las medidas de manejo ambiental establecidas en el Cap. 7 PMA. Las actividades de las zonas de préstamo lateral consisten en la excavación en las márgenes del trazo de las vías de acceso a construir de canales paralelos con un ancho de hasta 4 m y una profundidad aproximada de 2 m y excavaciones en áreas contiguas a las locaciones. El material extraído se utilizará para la conformación del terraplén de las vías de acceso y las plataformas de perforación del campo, el cual se puede emplear solo, mezclado o estabilizado con otros materiales naturales o elaborados, en tal forma que cumplan

|                      |                    |                         |             |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-81 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|

con las características requeridas para su uso (ver Figura 2-25 y ver Figura 2-27). Vale la pena mencionar que estas zonas se constituyen luego de las obras en reservorios de aguas para la fauna local, doméstica y nativa.

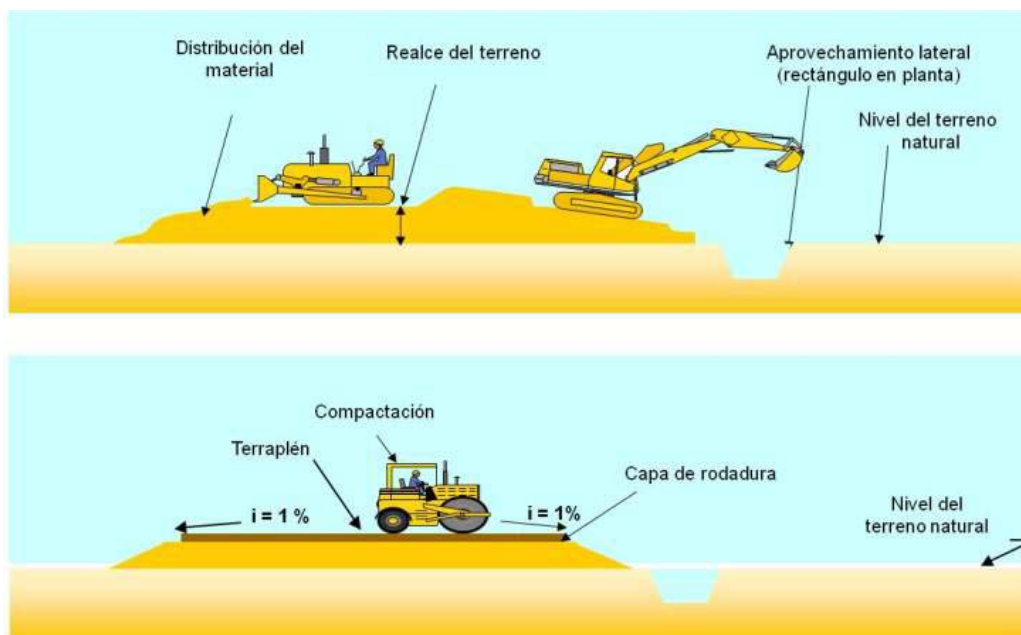


**Figura 2-25. Préstamo lateral para la conformación de vías**

- El talud de la excavación de la zonas de préstamo deberá ser 1H:1V. El ancho del fondo del canal de préstamo lateral es de 4 m aproximadamente y puede variar dependiendo del ancho del corredor disponible para la adecuación de la vía. En este tipo excavaciones, cada 100 m longitudinales se debe dejar un corredor de 3 m de ancho para proporcionar una circulación adecuada entre el corredor de la vía y los predios ubicados en ambos costados a lo largo de este. Entre la banca de la vía y la excavación de préstamo lateral, debe existir una berma de 3.2 m de ancho que es donde se ubica la retroexcavadora encargada del corte y acopio del material de préstamo.

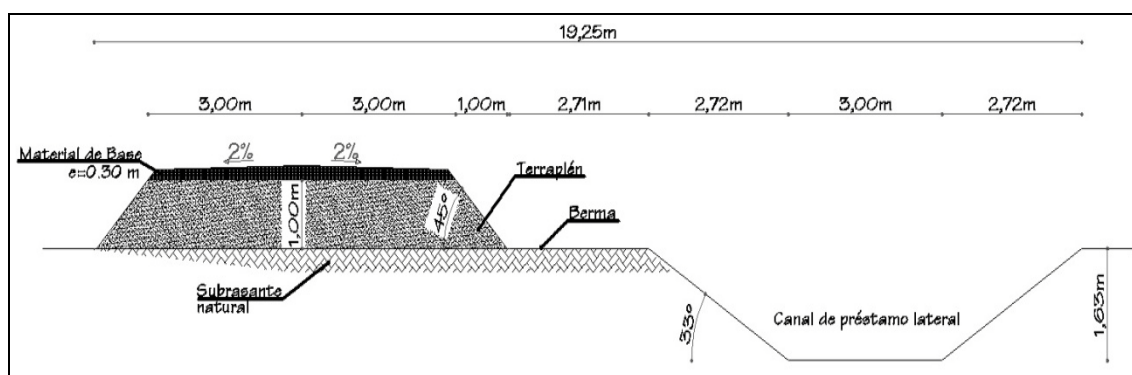


**Figura 2-26. Sección transversal tipo del terraplén sobre tramos de vía de acceso a construir**

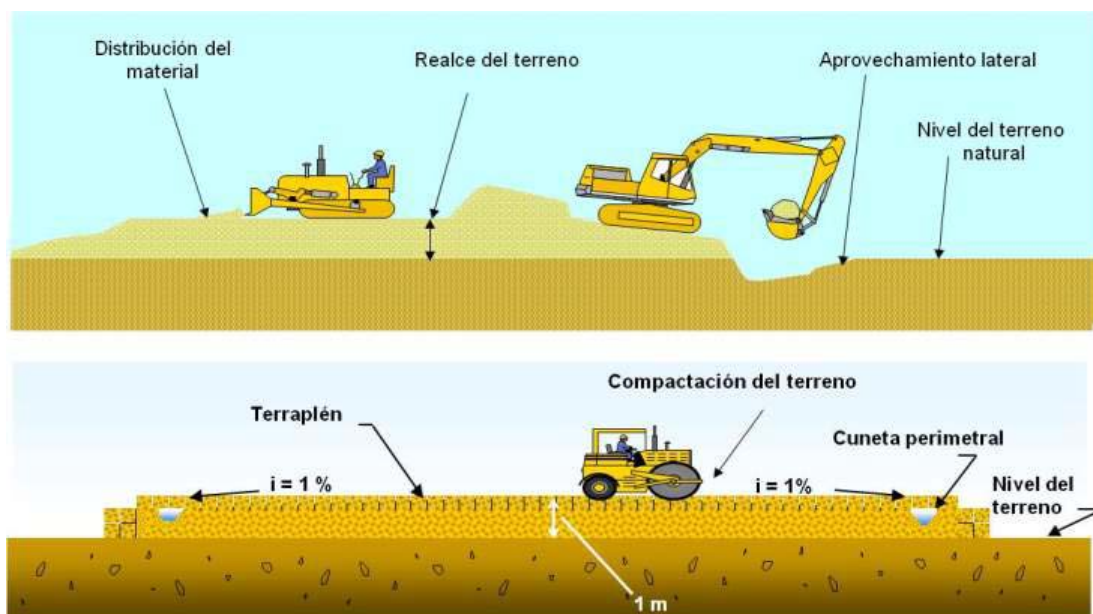


**Figura 2-27. Préstamo lateral para la conformación de locaciones**

- Plataforma de perforación: El movimiento de tierras para la construcción de la plataforma dependerá de la geomorfología del área donde se ubiquen los pozos exploratorios. Los volúmenes exactos de material de corte y relleno requeridos para la construcción de las plataformas dependerán del área definitiva donde se ubicará la plataforma y se consignarán en el plan de manejo ambiental respectivo para cada pozo.

El material de descapote de material vegetal se estima realizarlo en un espesor mínimo de 10cm y máximo de 30cm lo que dará un volumen máximo de 21.000m<sup>3</sup> de material sobrante por plataforma; este material se acordonará a un lado de cada plataforma y podrá ser utilizado en la revegetalización de los taludes y del área de cada plataforma.

En razón a que la topografía del área es relativamente plana, es decir no existen diferencias de niveles apreciables, se deben proyectar las plataformas en terraplén con material seleccionado. Las plataformas tendrán un área 70.000 m<sup>2</sup> cada una (incluyendo zona de préstamo y zona de manejo y disposición de cortes de perforación), con una capa de afirmado de mínimo 0,25m, instalando geo-celdas en el interface suelo-suelo granular, en toda el área de plataforma, donde operará el taladro, los campamentos y zonas de servicios generales.

Se realizó un apique exploratorio a 1,50 m de profundidad, para caracterizar el material del subsuelo en áreas de interés para la perforación y no se observó nivel freático, la característica del suelo superficial es de carácter francoarcilloso, perteneciente a los depósitos aluviales.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Debido al tipo de suelo que predomina en la zona y a las cargas que serán aplicadas en la plataforma, la recomendación final del estudio técnico de suelos es la construcción de un terraplén con relleno y suelo granular de mínimo 1 m. Igualmente se recomienda instalar geoceldas, para garantizar aun más la estabilidad de la vía y la plataforma, disminuyendo así el espesor de la capa de afirmado.

**Tabla 2-27. Movimientos de tierras para las plataformas de perforación (una locación tipo)**

| ITEM | DESCRIPCION                                                   | UNIDAD         | CANTIDAD |
|------|---------------------------------------------------------------|----------------|----------|
| 1    | Descapote (plataforma 7 has)                                  | m <sup>3</sup> | 21.000   |
| 2    | Rellenos/ Terraplén                                           | m <sup>3</sup> | 15.300   |
| 3    | Suministro, nivelación y conformación de material de afirmado | m <sup>3</sup> | 3.750    |
| 4    | Suministro e instalación de geo-celdas                        | m <sup>2</sup> | 15.000   |
| 5    | Suministro e instalación de geomembrana HR 500                | m <sup>2</sup> | 1.500    |
| 6    | Excavación de piscinas                                        | m <sup>3</sup> | 895      |
| 7    | Filtro Francés (Piscina)                                      | ml             | 46       |
| 8    | Excavación de estructuras                                     | m <sup>3</sup> | 52       |
| 9    | Relleno de estructuras                                        | m <sup>3</sup> | 10       |
| 10   | Corte / Excavación de zona de préstamo                        | m <sup>3</sup> | 15.292   |

Fuente: Ingeniería Básica para vías y plataformas, C&MA Ltda.

#### ➤ **Localización de Botaderos**

El material sobrante de corte (incluyendo el descapote) generado durante la construcción de las vías de acceso y las plataformas de perforación, se podrá utilizar para el relleno de las vías o las plataformas y revegetalización de taludes, si cumple con las especificaciones requeridas para este fin; si no es posible su reutilización, se dispondrá sobre el derecho de vía o en un área aledaña a la plataforma de perforación, que se adecuará para este fin, teniendo en cuenta los siguientes criterios para su localización y construcción así como los establecidos en la zonificación ambiental y de manejo del presente documento. En caso de requerir adecuación para disposición de material de corte sobrante, la información del área a utilizar se consignará en el plan de manejo ambiental específico para cada pozo.

**Localización.** Se debe contemplar que en caso de almacenar el material inerte producto de los movimientos de tierra, se dispondrá en un lugar que no contamine el suelo y no esté cercano a cuerpos de agua. Además, se debe cubrir para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y el escurrimiento hacia algún cuerpo de agua.

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Se seleccionarán zonas de suelos de perfil edáfico pobre, sin riesgo de movimientos en masa ni obstrucción de drenajes naturales, y a distancias no menores de 30m a cuerpos de agua permanentes ni intermitentes.
- No se dispondrán residuos en suelos de baja capacidad portante, ni donde puedan interferir procesos de revegetación espontánea, puedan deteriorar el paisaje o generar riesgo de accidente a la población.
- No se debe ubicar materiales en los lechos de ríos o quebradas, ni en las franjas de protección definidas por la legislación vigente (30 metros de cuerpos de agua y 100 metros de nacimientos). Las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes del botadero se deben conducir a un sedimentador antes de su vertimiento al cuerpo receptor.

**Construcción.** A continuación se observan criterios básicos referentes a la construcción y adecuación del botadero y a la manera como debe ser dispuesto el material:

- Se debe realizar un descapote en el área donde se va a disponer el material y un desmonte en caso de que existan árboles aislados en esta zona. El descapote debe tener un espesor en promedio de 0,20m para garantizar el retiro de la capa vegetal. Los materiales de descapote se acordonan en el área de la plataforma junto con el material sobrante del descapote de la misma.
- Se debe realizar obras para manejo de drenajes naturales si los hubiese.
- Los materiales sobrantes de corte se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor suelto entre 0,20 – 0,30m, y apisonadas pasando varias veces el equipo (vibrocompactador), hasta conformar.
- Los taludes finales del botadero deben tener una pendiente de 2H:1V.
- Terminada la colocación del material, se construirán canales interceptores en la corona del depósito y a lo largo del mismo. Los descoles de estos drenajes se deben llevar hasta los canales naturales o se dispondrán en el medio natural.
- La altura final del depósito depende básicamente de las obras que se hayan realizado para darle estabilidad al mismo.
- Finalmente, se realizará la empradización y arborización del área conformada, utilizando el material de descapote del área.

A continuación se presenta en la Figura 2-28, el diseño de un ZODME tipo (planta – perfil) para el área de interés exploratorio Canelo Nogal:

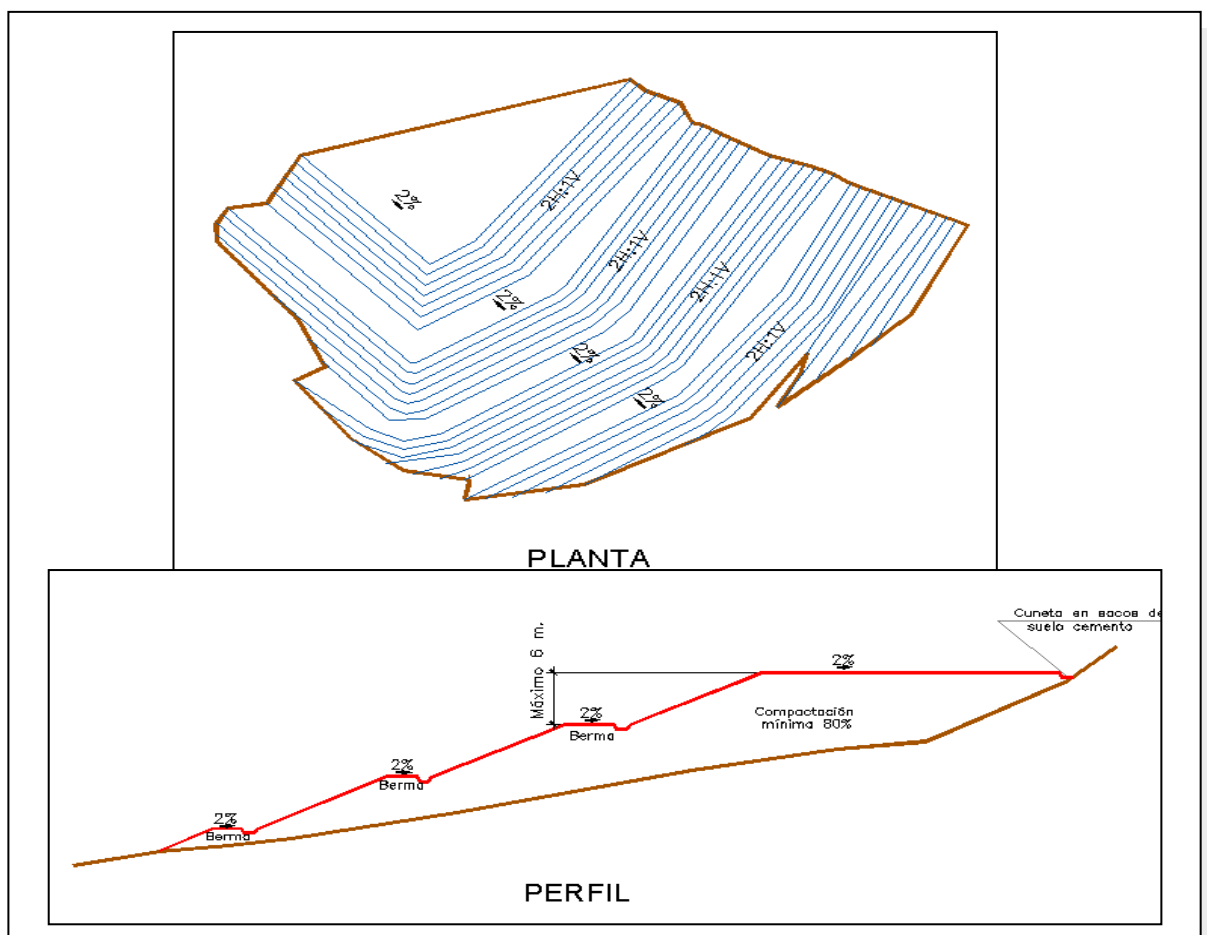


**Figura 2-28. Diseño de ZODME tipo**

**Selección.** Los criterios básicos que se deben tener en cuenta para la selección deben ser evitar el transporte del material a sitios externos a la locación y protección de los cuerpos de agua permanentes o intermitentes que se encuentren cercanos a la ubicación de las plataformas.

➤ **Estimativo de la demanda de recursos naturales (agua, suelos, recursos forestales y otros)**

Durante las obras civiles los recursos naturales a aprovechar, o utilizar son el recurso forestal, el recurso agua (para captación y ocupaciones de cauces) y recurso suelo (materiales de arrastre y cantera)

**Recurso Forestal:** de acuerdo con la cobertura vegetal del área de interés exploratorio Canelo Nogal, durante la construcción de vías, plataformas para pozos, y demás infraestructura asociada al proyecto, se intervendrán zonas con cobertura vegetal de bosque fragmentado, bosque denso, vegetación secundaria y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

De acuerdo con las actividades exploratorias a desarrollar en el área Canelo Nogal, en la Tabla 2-28 se presenta el cálculo estimado del área a intervenir sobre cualquiera de las coberturas vegetales identificadas en la zona de estudio, por la construcción de las diferentes obras civiles que se citan a continuación:

**Tabla 2-28. Cálculo del área a intervenir en el área de interés exploratorio Canelo Nogal para construcción de plataformas**

| OBRA CIVIL            | ÁREA UNITARIA (ha) | CANTIDAD | ÁREA TOTAL (ha) |
|-----------------------|--------------------|----------|-----------------|
| Plataformas multipozo | 7                  | 5        | 35              |

**Tabla 2-29. Cálculo estimado del área a intervenir en el área de interés exploratorio Canelo Nogal para construcción de vías de acceso**

| TRAYECTO DE VÍA                                                                                                                                                | LONGITUD (Km) | ANCHO DE OBRA (m) | ÁREA TOTAL (ha) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Buenos Aires del Mandúr – Las Villas                                                                                                                           | 5,08 Km       | 14                | 7,11            |
| Buenos Aires del Mandúr – Nuevo Horizonte                                                                                                                      | 5,94 km       | 14                | 8,31            |
| Vías de acceso directo a plataformas partiendo de las dos anteriores a construir (teniendo en cuenta una longitud máxima de 4 Km por locación * 5 plataformas) | 20 km         | 14                | 28              |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                   |               |                   | <b>43,42</b>    |

En total el proyecto exploratorio en el área de interés Canelo Nogal tendrá una intervención máxima de 78,42 hectáreas, tanto para las vías a adecuar, a construir y las plataformas multipozo.

En la Tabla 2-30 se presentan los factores de volúmenes de aprovechamiento forestal para cada tipo de cobertura.

**Tabla 2-30. Factor de volúmenes por tipo cobertura vegetal**

| VOLUMENES DE LAS COBERTURAS VEGETALES                                                            | FACTOR DE VOLUMEN POR CADA TIPO DE COBERTURA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                                                  | 100 %                                        |
| Bosque fragmentado (Volumen total m <sup>3</sup> /ha)                                            | 135,75                                       |
| Bosque denso alto (Volumen total m <sup>3</sup> /ha)                                             | 836,2                                        |
| Bosque denso bajo (Volumen total m <sup>3</sup> /ha)                                             | 249,1                                        |
| Vegetación secundaria (rastroy alto y bajo) (Volumen total m <sup>3</sup> /ha)                   | 69,13                                        |
| Fustales en mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales (Volumen total m <sup>3</sup> /ha) | 40,107                                       |

Fuente: C&MA Ltda, Enero 2011

Ocupaciones de cauces: Para poder llegar a los diferentes puntos de interés exploratorio se plantearon y proyectaron varios accesos, los cuales conllevarían las siguientes ocupaciones de cauce.

Se propone la adecuación de los puentes en madera (ver Fotografía 2-10) y alcantarillas existentes en la vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr, mediante la instalación de puentes en concreto y obras de arte sobre los siguientes puntos:

**Tabla 2-31. Ubicación de puentes en concreto sobre la vía San Luis – Buenos Aires del Mandúr**

| N° | COORDENADAS ORIGEN BOGOTÁ DATUM MAGNA SIRGAS |        | CAUCE                  | TIPO DE OBRA               | LONG (ML) |
|----|----------------------------------------------|--------|------------------------|----------------------------|-----------|
|    | ESTE                                         | NORTE  |                        |                            |           |
| 1  | 753571                                       | 592826 | Caño El Porvenir       | Puente en concreto         | 4,5       |
| 2  | 754037                                       | 591710 | Caño Timaná            | Puente en concreto         | 7         |
| 3  | 754205                                       | 590969 | Quebrada El Águila     | Puente en concreto         | 6         |
| 4  | 754454                                       | 589328 | Caño Azul              | Puente en concreto         | 6         |
| 5  | 754095                                       | 591346 | Drenaje de escorrentía | Alcantarillas sencilla 36" | 4,5       |
| 6  | 754109                                       | 591173 | Drenaje de escorrentía | Alcantarillas sencilla 36" | 4,5       |
| 7  | 754239                                       | 590881 | Quebrada El Águila     | Alcantarillas doble de 36" | 4,5       |

De igual forma al interior del APE Canelo Nogal se proyectaron vías de acceso siguiendo en lo posible los trazados de los senderos comunitarios para llegar a los diferentes puntos de interés del proyecto dando como resultado las siguientes ocupaciones.

**Tabla 2-32. Puntos de ocupaciones de cauces accesos internos del APE proyectados**

| N° | COORDENADAS<br>ORIGEN BOGOTÁ<br>DATUM MAGNA SIRGAS |          | CAUCE               | TIPO DE OBRA               | LONG<br>(ML) |
|----|----------------------------------------------------|----------|---------------------|----------------------------|--------------|
|    | ESTE                                               | NORTE    |                     |                            |              |
| 1  | 754775,5                                           | 589234,3 | Caño Azul           | Alcantarilla triple de 36" | 5            |
| 2  | 756114,8                                           | 588576,8 | Caño Azul           | Alcantarilla doble de 36"  | 5            |
| 3  | 757160,1                                           | 588088,7 | Caño Chonta         | Alcantarilla doble de 36"  | 5            |
| 4  | 757992,6                                           | 588013,0 | Caño Chonta         | Alcantarilla doble de 36"  | 5            |
| 5  | 753756,5                                           | 588894,9 | Caño Azul           | Alcantarilla triple de 36" | 5            |
| 6  | 753503,2                                           | 588715,9 | Caño Azul           | Alcantarilla doble de 36"  | 5            |
| 7  | 753453,4                                           | 586392,4 | Quebrada Agua Clara | Alcantarilla triple de 36" | 5            |
| 8  | 753021,5                                           | 585627,3 | Quebrada Agua Clara | Alcantarilla triple de 36" | 5            |
| 9  | 752787,1                                           | 585277,2 | Quebrada Agua Clara | Alcantarilla doble de 36"  | 5            |

Igualmente, se requerirá la construcción de alcantarillas o box Coulvert en drenajes intermitentes o canales de escorrentía que se forman debido a la geomorfología del área y que servirán para mantener la dinámica hídrica de la zona. De acuerdo con la ubicación de cada pozo y su respectiva vía de acceso, y cuando se tengan los diseños definitivos de la misma, se establecerá si se requiere la construcción de alcantarillas cada 250m en la vía para mantener la dinámica hídrica de la zona.

Recurso hídrico – captación: durante las obras civiles de los pozos para las actividades de compactación del terraplén de las plataformas y las vías de acceso, se plantea realizar la captación del recurso hídrico del río Mandúr.

Para esto, se propone una franja sobre el cuerpo de agua en donde se realizaría la captación propuesta desde un solo punto específico. Las coordenadas de la franja proyectada se presentan en la Tabla 2-33 y se muestran en el plano C&MA-PTN-AMB-1110-13-19/24, que se encuentra en el Anexo I: Cartografía del presente documento. La franja proyectada para el río Mandúr tiene una longitud de 1.500 metros, siguiendo el cauce del cuerpo de agua.

**Tabla 2-33. Franja de captación propuesta**

| CUERPO DE AGUA | PUNTO No | COORDENADAS<br>DATUM MAGNA SIRGAS<br>ORIGEN BOGOTÁ |         |
|----------------|----------|----------------------------------------------------|---------|
|                |          | ESTE                                               | NORTE   |
| Río Mandúr     | INICIO   | 753.594                                            | 592.539 |
|                | FIN      | 754.348                                            | 591.953 |

Fuente. C&MA LTDA

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Como segunda alternativa para la adquisición del recurso hídrico se plantea la opción de comprarle el agua al acueducto del municipio de Puerto Guzmán, el cual tiene la disponibilidad y capacidad suficiente para suplir las necesidades del proyecto, sin generar una presión significativa sobre el sistema.

Material de Arrastre o cantera: En caso que el material de corte y/o zonas de préstamo no sea apto para la conformación de las obras civiles del proyecto, el material para el terraplén y afirmado requerido se comprará a terceros debidamente legalizados del área. En la región donde se encuentra el APE Canelo Nugal existen los siguientes sitios licenciadas:

**Tabla 2-34. Sitios de extracción de material licenciadas en el área de estudio**

| Municipio                         | Titular                                          | Resolución                                                         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Villa Garzón                      | Juan Camilo Silva R.                             | Res. 1054 de 29 de Diciembre de 2008                               |
| Villa Garzón                      | Flor Marina Eusse                                | Res. 0788 de 2005                                                  |
| Puerto Asís<br>(vereda Hong Kong) | José Ricardo Quijano<br>(Asociación de mineros)  | solicitud EC7-104, por minería de hecho                            |
| Puerto Caicedo                    | Dídimo Montero                                   | IGG-15301, minería de hecho, licencia en trámite, sitio El Paraíso |
| Puerto Guzmán                     | Fernández Mera<br>Balastrea El Muelle "El Jauno" | Placa: LHK 14261<br>MAH: 16331                                     |

Fuente. C&MA Ltda.

➤ **Las fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas**

Durante la construcción de las vías de acceso y las plataformas de perforación de los pozos exploratorios, no habrán fuentes fijas de emisiones atmosféricas, solo existirán fuentes móviles como la maquinaria pesada requerida durante las obras (volquetas, cargador, motoniveladora y compactador), la cual deberá contar con su respectivo mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases. En cuanto a partículas, se generará emisión de éstas durante el movimiento de tierras, la cual se deberá mitigar rociando periódicamente agua sobre las vías destapadas transitadas (en época de estiaje).

**Tabla 2-35. Fuentes de emisión durante las obras civiles**

| Fuente                            | Combustible | Genera Ruido | Genera Emisiones | Material Particulado |
|-----------------------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------|
| Motores de maquinaria y volquetas | ACPM        | SI           | SI               | NO                   |
| Generadores energía               | ACPM        | SI           | SI               | NO                   |

**Tabla 2-35. Fuentes de emisión durante las obras civiles**

| Fuente                                    | Combustible | Genera Ruido | Genera Emisiones | Material Particulado |
|-------------------------------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------|
| Tránsito de volquetas y maquinaria pesada | ACPM        | SI           | SI               | SI                   |

Las emisiones generadas por el funcionamiento de la maquinaria en las actividades de construcción de la vía de acceso y plataforma, están compuestas básicamente por gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) y material particulado.

Las actividades de construcción son de corta duración, por lo que las fuentes de emisiones serán de tipo no-permanente y no-periódicas con respecto a las actividades actuales del área.

➤ **Las emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles**

Las fuentes móviles de emisión de ruido estarán representadas por la maquinaria pesada que trabajará durante las obras civiles. En el área se encuentran viviendas sobre las vías de acceso al APE Canelo Nogal, al igual que fincas aisladas que podrán verse afectadas por el ruido de la maquinaria, pero como estas actividades son de carácter temporal y de corta duración no se esperan impactos significativos.

Los niveles de ruido que se pueden producir durante las actividades de construcción están entre 60 y 100 decibeles, siendo de mayor orden los producidos en la zona de trabajo de maquinaria pesada y los que se generan por el tránsito de volquetas.

➤ **Generación, manejo, tratamiento y disposición de los residuos**

Se espera una mínima generación de residuos sólidos y líquidos durante la etapa de las obras civiles (adecuación y/o construcción de vías y construcción de las plataformas de perforación).

Se contará con baños portátiles en las áreas de trabajo para el uso del personal y no se construirán campamentos, ya que la mano de obra calificada se hospedará en Puerto Guzmán u otro municipio cercano que cuente con la infraestructura necesaria, y el personal no calificado pernochará en sus respectivas viviendas; debido a lo anterior, no se espera vertimiento de residuos líquidos domésticos durante la etapa de obras civiles, ya que el contratista que suministre los baños portátiles deberá presentar los sistemas de transporte, tratamiento y disposición avalados por la autoridad ambiental.

Respecto a los residuos líquidos industriales la generación se podría presentar por los aceites usados que se generarán durante el cambio de aceite de la maquinaria o el mantenimiento de la misma. Para minimizar su generación o evitarla, se recomienda realizar un mantenimiento previo a la maquinaria antes de llegar al sitio de la obra o que este mantenimiento se efectúe en talleres de Puerto Guzmán o de Villa Garzón. En caso que se genere este tipo de residuos aceitosos, éstos se deberán entregar a empresas que cuenten con los permisos ambientales vigentes para su tratamiento y disposición.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Los residuos sólidos domésticos esperados son los provenientes de la alimentación del personal que laborará en las obras. Se encuentran residuos como: desechos de comida, cartón, vidrio, icopor, papel, aluminio, etc.

Los residuos sólidos industriales esperados son los desechos o sobrantes de cemento producto de las obras en concreto, la chatarra, madera, sobrantes de tuberías, bolsas de cemento, accesorios inservibles y empaques. Los residuos sólidos industriales serán almacenados en la plataforma en canecas de 55 galones las cuales se ubicarán en un área dentro del sitio de las obras, destinada para este fin.

El manejo y disposición final de los residuos sólidos domésticos e industriales durante la etapa de adecuación y construcción de obras se realizará de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2-36:

**Tabla 2-36. Manejo y disposición residuos sólidos domésticos e industriales**

| TIPO DE RESIDUOS                                   | SEGREGACIÓN                                                      | DISPOSICIÓN FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Residuos Orgánicos</b>                          |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca Negra                               | Son los desechos de comida y orgánicos                           | Estos residuos se dispondrán en alguno de los rellenos sanitarios del área y que cuentan con permiso para su funcionamiento (ver Tabla 2-37) También podrán ser donados a la comunidad para el levantamiento de especies menores teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 2341 del 23 agosto del 2007 expedida por el ICA. |
| <b>Residuos No reciclables / no biodegradables</b> |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca amarilla                            | Residuos inertes                                                 | Estos residuos serán llevados a algunos de los rellenos sanitarios cuente con los respectivos permisos ambientales para su operación (ver Tabla 2-37).                                                                                                                                                                               |
| <b>Residuos Reciclables</b>                        |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca Verde                               | Papel, cartón, vidrio, aluminio, algunos plásticos, etc.         | Se almacenarán temporalmente en la caseta de almacenamiento de los residuos de la plataforma, para posteriormente ser comercializados con cooperativas de reciclaje de la zona(verTabla 2-37).                                                                                                                                       |
| <b>Residuos especiales</b>                         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa roja                                         | Residuos de enfermería o impregnados de sustancias contaminantes | En caso de generarse, estos residuos serán almacenados en bolsas rojas, para posteriormente trasladarlos a los departamentos vecinos como Nariño o Huila, los cuales cuentan con empresas de servicio especial de aseo de residuos hospitalarios que se encuentren autorizados, ya que en el departamento del Putumayo no existe una |

| TIPO DE RESIDUOS             | SEGREGACIÓN                                                                                                                                                         | DISPOSICIÓN FINAL                                                                                                                                                  |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                                                     | empresa especializada para tratar esta clase de residuos (ver Tabla 2-37).                                                                                         |
| <b>Residuos industriales</b> |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
| Caneca amarilla              | Chatarra, madera, sobrantes de tuberías                                                                                                                             | Estos residuos se los llevará el contratista de obras civiles para su reutilización o se entregarán a cooperativas de reciclaje del área para su comercialización. |
| Bolsa o caneca blanca        | Papel, cartón y las bolsas de cemento                                                                                                                               | Se entregarán a las cooperativas de reciclaje del área para su comercialización.                                                                                   |
| Caneca o bolsa Roja          | Textiles, guantes y estopas contaminadas con aceites, grasas y/o combustibles filtros de aceite y combustibles, empaques de sellos de caucho impregnados de aceites | En caso de que se generen, se entregarán a empresas que cuenten con los permisos pertinentes para el manejo y disposición de este tipo de residuos.                |

Fuente: C&MA LTDA, 2011

En el área se encuentran las siguientes empresas de reciclaje, rellenos sanitarios y empresas para el manejo de los residuos hospitalarios y contaminados (ver Tabla 2-37):

**Tabla 2-37. Empresas especializadas y rellenos sanitarios autorizados**

| EMPRESA                                                    | RESOLUCIÓN                                                                             | LOCALIZACIÓN                                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>RESIDUOS ACEITOSOS Y CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS</b> |                                                                                        |                                                         |
| MMMBJARDÍN                                                 | Resolución 0440 del 06 de Julio de 2009                                                | Vereda El Caldero Municipio de Orito - Putumayo         |
| SERVIPETROL LTDA                                           | Resolución 0144 del 26 de Febrero de 2008                                              | Vereda Santa Rosa del 35, Municipio de Orito - Putumayo |
| INSPECTROL LTDA                                            | Resolución 0143 del 26 de Febrero de 2008                                              | Vereda Santa Rosa del 35, Municipio de Orito - Putumayo |
| ECO ANÁLISIS LTDA                                          | Resolución 563 del 23 de Julio de 2008                                                 | Vereda El Yarumo, municipio de Orito - Putumayo         |
| OCAMPETROL LTDA                                            | Resolución 0770 del 29 de Agosto de 2005                                               | Vereda Alto Mirador, Municipio de Orito - Putumayo      |
| <b>RESIDUOS HOSPITALARIOS</b>                              |                                                                                        |                                                         |
| INCIHUILA S.A. E.S.P.                                      | Resolución 1325 del 28 de Julio de 2006, Emitida por la CAM                            | Municipio de Neiva – Departamento del Huila             |
| SALVI LTDA                                                 | Resolución 614 del 28 de Septiembre de 2000, emitida por CORPONARIÑO                   | Municipio de Pasto – Departamento de Nariño             |
| <b>RELLENOS SANITARIOS</b>                                 |                                                                                        |                                                         |
| ESMOCOA S.A. E.S.P.                                        | Resolución 0198 del 8 de Marzo de 2002, por medio del cual se adoptó el Plan de Manejo | Vereda Medio Afán, Municipio de Mocoa - Putumayo        |

| EMPRESA                                                     | RESOLUCIÓN                                                                                          | LOCALIZACIÓN                                           |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                             | Ambiental                                                                                           |                                                        |
| Empresa de Servicios Públicos AAA de PUERTO ASÍS            | Resolución 0644 del 01 de agosto de 2006, por medio del cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental | Vereda Kilili, Municipio de Puerto Asís – Putumayo     |
| Empresa de Servicios Públicos AAA Corazón del Putumayo      | Resolución 0694 del 05 de Agosto de 1999, por medio del cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental | Vereda Santa Ana, Municipio de Villa garzón – Putumayo |
| <b>EMPRESAS RECICLADORAS</b>                                |                                                                                                     |                                                        |
| Fundación Ecológica del Putumayo - FUNECOMAYO               |                                                                                                     | Municipio de Puerto Asís - Putumayo                    |
| Cooperativa de recicladores del sur de la Amazonía – COORSA |                                                                                                     | Municipio de Puerto Asís - Putumayo                    |
| Asociación Puerto Asís más Limpio                           |                                                                                                     | Municipio de Puerto Asís - Putumayo                    |
| Asociación Unión Familiar                                   |                                                                                                     | Municipio de Puerto Asís - Putumayo                    |
| Asociación de recicladores del Puerto Caicedo - ASORECA     |                                                                                                     | Municipio de Puerto Asís - Putumayo                    |

Fuente: C&MA LTDA

➤ **Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción de vías y plataforma de perforación**

Las labores para la construcción y adecuación de vías requieren el uso de maquinaria y equipo que se relaciona en la Tabla 2-38.

**Tabla 2-38. Maquinaria y equipo requerido durante las obras civiles**

| Actividad                      | Materiales y Equipos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localización y Replanteo       | Estación, Nivel de precisión, Equipo menor (machete, estacas, plomadas, nivel Lock, porras, jalones, mira, etc.).                                                                                                                                                                                                                                        |
| Desmonte, Limpieza y descapote | Motosierra, machete, pica y pala, carretilla, etc.<br>Para el descapote, podrá emplear equipos como buldózer, retroexcavadoras, cargadores y volquetas.                                                                                                                                                                                                  |
| Excavación                     | Durante las excavaciones manuales, se requerirá de herramienta menor como picas, palas, carretillas, etc.<br><br>Para las excavaciones también se podrán utilizar equipos para excavación como buldózer y retroexcavadoras; equipos para el cargue como retroexcavadoras y cargadores; vehículos de transporte de materiales como volquetas, entre otros |
| Rellenos Compactados           | Motoniveladora, equipo de riego o carro tanque distribuidor de agua, compactador vibratorio o vibrocompactador de cilindro metálico, ranas y volquetas.                                                                                                                                                                                                  |

Fuente: C&MA LTDA

Se estima que el número de personas requerido para la adecuación y construcción de las vías y las plataformas de perforación está alrededor de 30 personas. El personal requerido durante las obras civiles se muestra a continuación:

- Director de obra (1)
- Ingeniero civil o de vías (1)
- Interventor técnico y HSEQ (2)
- Supervisor de obra (1)
- Supervisor HSE (1)
- Topógrafo (1)
- Maestro de obra (1)
- Operadores de maquinaria (4)
- Mano de obra no calificada (18)

➤ **Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades**

La duración de las obras depende de la longitud de las vías a construir y de la topografía del terreno; se estima que las obras civiles tendrán una duración de 90 días distribuidos así:

- Construcción de la vía de acceso a cada pozo: 1 semana por kilómetro. Para la adecuación y construcción de la vía de mayor longitud estimada (10 Km), tendrá una duración de 10 semanas.
- Construcción de cada plataforma: 6 semanas.

**Tabla 2-39. Cronograma de obras civiles**

| ÍTEM     | DESCRIPCIÓN                                        | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|----------|----------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|          |                                                    | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0        | Movilización de Equipos y contratación de Personal |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| <b>1</b> | <b>CONSTRUCCIÓN VÍA DE ACCESO</b>                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.1      | Localización y replanteo                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.2      | Desmonte, limpieza y descapote                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.3      | Corte y excavación (incluye zonas de préstamo)     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.4      | Cuneteado, nivelación y compactación del terreno   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.5      | Suministro, Nivelación y conformación de afirmado  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.6      | Alcantarillas                                      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1.7      | Cunetas aguas lluvias                              |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| <b>2</b> | <b>CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA</b>                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.1      | Localización y replanteo                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.2      | Desmonte, limpieza y descapote                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.3      | Corte y Excavación (incluye zonas de préstamo)     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

**Tabla 2-39. Cronograma de obras civiles**

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN                                           | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|------|-------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|      |                                                       | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2.4  | Conformación de la plataforma                         |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.7  | Suministro y colocación de concreto de 3000 psi.      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.6  | Suministro, Nivelación y conformación de afirmado     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.9  | Cunetas aguas aceitosas y de aguas lluvias            |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.11 | Construcción de piscinas de corte                     |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.12 | Muro de cerramiento para tanques de combustibles      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.13 | Cerca en alambre de púas 4 Hilos                      |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.14 | Construcción casetas (celaduría, químicos y residuos) |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.15 | Instalación tubo conductor                            |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

#### ➤ **Desmantelamiento y recuperación de las áreas**

El desmantelamiento de las obras civiles consta de la limpieza de todos los residuos generados durante la construcción de la vía y la plataforma (residuos de concreto, bolsas de cemento, cintas de seguridad, madera, sobrantes de acero, alambres, etc), el retiro de la maquinaria pesada y las herramientas menores (carretillas, palas, etc), el retiro de los baños portátiles y finalmente la empradización de taludes y limpieza de las áreas intervenidas.

##### **2.2.1.2. Perforación de pozos**

Durante la etapa de exploración del área de interés Canelo Nogal se proyecta realizar la construcción de 5plataformas multipozos para perforar hasta 3 pozos exploratorios en cada una de éstas y cuyo objetivo son arenas de la formación Villeta que se encuentran a una profundidad aproximada de 10.500 pies en los pozos verticales y a 12.000 pies en pozos desviados.

La perforación de los pozos exploratorios se realizará utilizando el método de perforación dirigida por rotación empleando un impulso de tope con o sin top drive.

#### ➤ **Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación**

##### **• Sistemas a utilizar durante la perforación**

El sistema de perforación rotacional utiliza una broca ensamblada a la tubería de perforación la cual por fricción desgasta los estratos; internamente por la tubería, circula el lodo que sale por las boquillas de la broca y retorna a superficie por medio del espacio anular con los cortes de perforación. En superficie se separan los cortes del lodo mediante un equipo de control de sólidos y el lodo inicia un nuevo ciclo. A continuación se describen los diferentes sistemas utilizados durante la perforación:



**Fotografía 2-28. Torre de perforación**

- Sistema de levantamiento y potencia: Está conformado principalmente por la torre, la subestructura (ver Fotografía 2-28), las poleas y el malacate. La subestructura soporta el peso de la torre y el peso de la tubería. El sistema de poleas conecta el bloque corona o fijo con el bloque viajero por intermedio de un cable. Una parte de gran importancia en este sistema es el malacate, que es el encargado de suministrar la potencia necesaria para el levantamiento de tubería o el frenado durante el descenso de la misma. Consta de un tambor que transmite el torque para el levantamiento o frenado y sostiene la línea requerida en el movimiento del bloque viajero. La transmisión cambia la velocidad y dirección del bloque viajero. Los frenos paran y sostienen la tubería cuando se está bajando dentro del pozo.
- Sistema de rotación: Este sistema le transmite la rotación a la broca. Está conformado básicamente por un motor eléctrico de "corona" ("Top Drive") o una mesa rotaria los cuales se encargan de transmitirle directamente la rotación a la tubería de perforación.
- Sistema de Generación de Energía: Brinda a todos los sistemas la energía necesaria para su funcionamiento. La maquinaria requerida por el sistema consta básicamente de generadores de electricidad para el taladro y de motores utilizados para subir, bajar, apretar y soltar tubería.
- Sistema de circulación: Permite que el fluido de perforación realice su recorrido: el fluido sale de los tanques de almacenamiento donde fue preparado, hacia la tubería de perforación y desciende por la parte interna de ésta hasta los orificios de la parte inferior de la broca, para luego ascender por el espacio anular existente entre la tubería y las paredes del pozo o el revestimiento hasta la superficie, en donde circula por el equipo de control de sólidos para finalizar nuevamente en los tanques de almacenamiento e iniciar un nuevo ciclo.

El equipo de control de sólidos está conformado por las zarandas vibratorias (SHALE SHAKER") que son mallas de diferentes tamaños de tamizado en donde se recuperan los cortes de mayor tamaño, que van hacia los tanques portátiles. La

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

corriente líquida pasa a los desarenadores ("DESANDERS") y a los desarcilladores ("DESILTERS"), que son hidrociclones que remueven partículas finas de menor tamaño; luego pasa al limpiador de lodo ("MUD CLEANER") el cual permite recuperar la Barita y retirar las partículas que no lograron ser separadas en los equipos anteriores; finalmente, pasa al desgasificador cuya función es retirarle al lodo las pequeñas cantidades de gas que haya podido atrapar durante el retorno a superficie para evitar la disminución de la presión hidrostática que podría generar riesgo de patada de pozo ("kick off") o reventón ("blowout").

**Sistema de Cementación:** Conjunto de equipos que preparan un cemento que se bombea al fondo del pozo y que permite dar resistencia entre el pozo y los tubos de revestimiento, hace parte del conjunto que asegura el pozo para que no se derrumbe y da resistencia a la deformación de los tubos revestidores o cierre del pozo por las presiones ejercidas por las rocas de fondo. Consta de un camión que posee un abomba de alta presión para realizar el desplazamiento del cemento y una unidad de mezcla que son tanques donde se preparan las lechadas de cemento.

- **Requerimiento de Equipos**

Los principales elementos que conforman un equipo de perforación y sus funciones, son los siguientes:

**Taladro de perforación:** Unidad básica que cumple las funciones de hacer posible y controlar la perforación mediante equipos que cumplen objetivos diferentes pero que hacen posible que la construcción de un pozo. Compuesto básicamente por la torre de perforación, el malacate, las bombas de perforación, los tanques de almacenamiento de fluidos de perforación, los equipos de control de sólidos, las unidades generadores de energía.

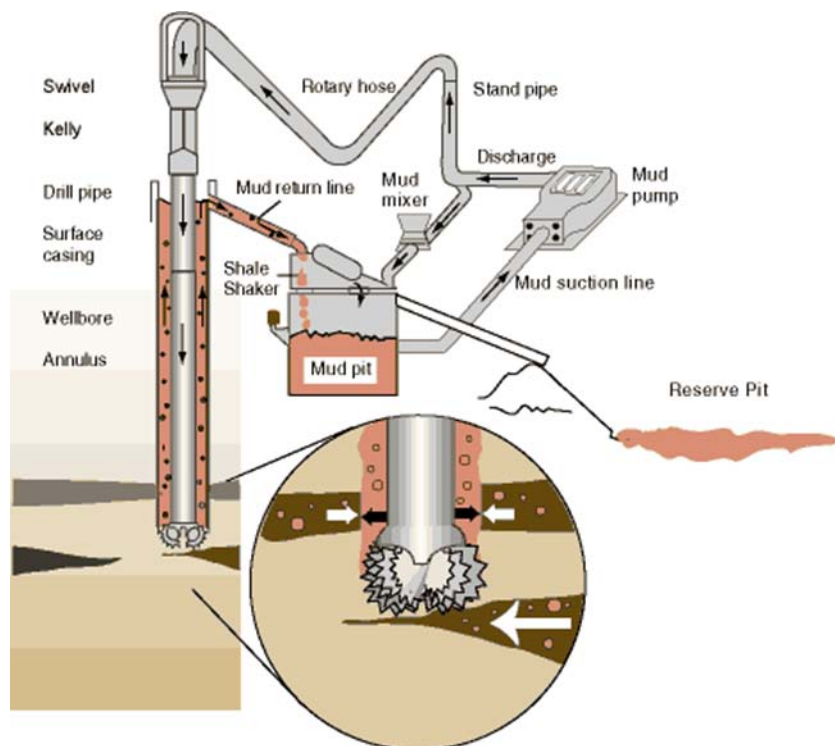


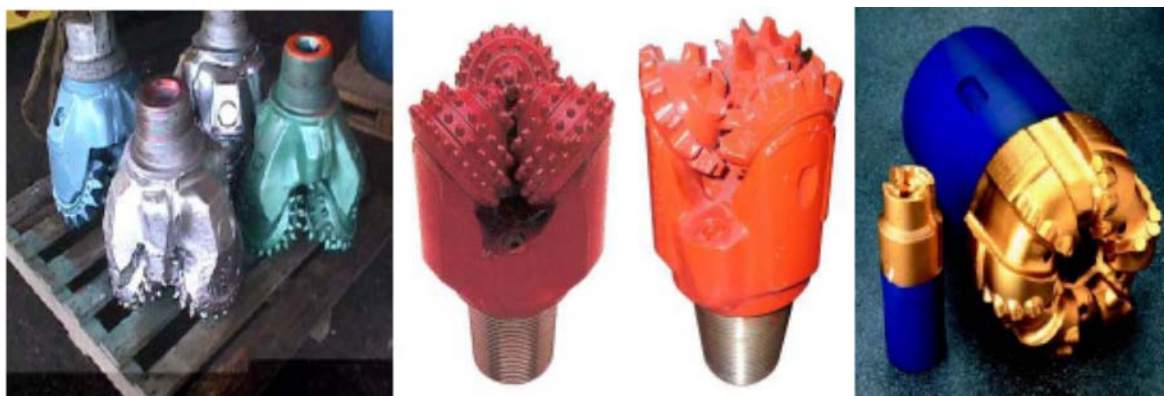
**Figura 2-29. Proceso de perforación del taladro**

Tubería o "sarta" de perforación: Es el conjunto de tubos de acero utilizados para crear una línea de tubos que roscados unos a otros permiten conducir los fluidos de perforación al fondo de pozo. Transmiten la potencia hidráulica con la cual la broca y otros elementos de perforación requieren para su funcionamiento en el fondo del pozo.



**Fotografía 2-29. Tubería de perforación**

**Brocas:** Son elementos de acero con diferentes compuestos de tungsteno o diamantes sintéticos en algunos casos, que cortan la roca y permiten el avance en profundidad del pozo.



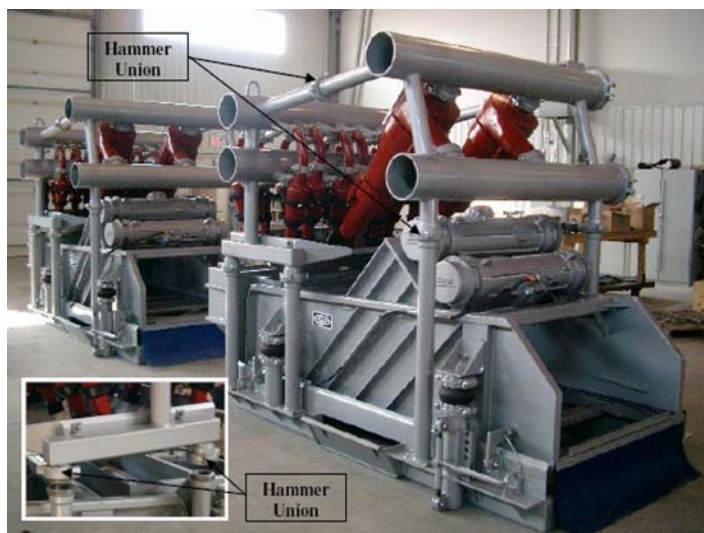
**Fotografía 2-30. Brocas de Perforación**

**Malacate:** Es la unidad que enrolla y desenrolla el cable de acero con el cual se baja y se levanta la "sarta" de perforación y soporta el peso de la misma.

**Sistema de lodos y control de sólidos:** En él se prepara, almacena, bombea, inyecta y circula permanentemente un lodo de perforación, cumple varios objetivos: lubrica la broca, sostiene las paredes del pozo y saca a la superficie el material sólido que se va perforando. Los equipos de control de sólidos permiten filtrar el lodo de perforación con el fin de mantener limpio el lodo y ayudar a que este mantenga sus propiedades. son sistemas mecánicos de separación por medio de mallas a las cuales se les aplica una fuerza vibratoria que tamiza el fluido o lodo de perforación. En la Figura 1.8 se puede apreciar el sistema completo, y en las Fotografía 1.4 algunas de sus partes.



**Fotografía 2-31. Sistema de Lodos**



**Fotografía 2-32. Sistema de control de sólidos**

**Motores:** Es el conjunto de unidades que imprimen la fuerza motriz que requiere todo el proceso de perforación

**Equipos complementarios:** Los equipos adicionales que hacen parte de la operación de perforación son las plantas eléctricas, los tanques de almacenamiento y sistemas de tratamiento de residuos líquidos y sólidos.

Los equipos de los sistemas descritos se presentan en la

**Tabla 2-40. Equipos de los sistemas de la torre de perforación**

**Tabla 2-40. Equipos de los sistemas de la torre de perforación**

| Sistema       | Función                                                                                                         | Equipos                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POTENCIA      | Suministra la potencia necesaria a los diferentes sistemas que se operan dentro de la perforación convencional. | Motores diesel de combustión interna                                                                                                                                                                           |
| LEVANTAMIENTO | Su principal función es sacar y bajar la sarta de perforación, completamiento, y la tubería de revestimiento.   | Torre, Subestructura, Malacate, Tambor del malacate, Riel o carretel de cable, Cable de perforación, Ancla, Polea fija, Bloque viajero, Gancho y brazos del elevador, Elevadores, Cuñas y Plataforma giratoria |
| ROTACIÓN      | Como su nombre lo indica su principal función es dar rotación a la sarta de perforación.                        | Unión giratoria, Mesa rotaria, Buje principal, Buje de manejo, Vástago de rotación, Substituto de desgaste, Buje del vástago, Sarta de perforación, <i>Top Drive</i> (opcional)                                |

**Tabla 2-40. Equipos de los sistemas de la torre de perforación**

| Sistema     | Función                                                                           | Equipos                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CIRCULACIÓN | Su principal función es mantener el fluido de perforación en un circuito cerrado. | Tanques de Lodo (3), Líneas de succión, Bombas de lodo, Línea de descarga, <i>Standpipe</i> , Cuello de ganso, Unión giratoria, Vástago de rotación, Tubería de perforación, Collares de perforación, Broca, Línea de flujo, Equipo de control de sólidos, Bombas centrífugas |
| SEGURIDAD   | Preservar la seguridad del pozo, taladro e instalaciones.                         | Equipo de control de reventones, indicadores de flujo, indicadores de volumen en piscina, indicadores de hueco lleno, preventoras, pipe rams, blindrams, shearrams, drillingspool, línea de llenado – manifold.                                                               |

Se contará además, con otros equipos algunos considerados de carácter temporal los cuales se indican en la Tabla 2-41.

**Tabla 2-41. Equipos a utilizar para la perforación de pozos**

| TIEMPO     | EQUIPO                               | ACCESORIOS                                                                                                                                                                               |
|------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PERMANENTE | Equipo de control de sólidos         | Zarandas<br>Desarenador<br>Desarcilladores<br>Mudcleaner<br>Desgasificador<br>Centrifugas                                                                                                |
|            | Equipo de tratamiento de agua        | "Red fox" (agua residual doméstica)<br>Unidad de <i>Dewatering</i> (agua residual industrial)<br>Kit de muestreo para pruebas físico-químicas<br>Balanza                                 |
| TEMPORAL   | Equipo para corazonar                | Broca de Corazonamiento<br>Barril Interno<br>Junta de cambio de rosca<br>Junta de seguridad<br>Martillo de perforación                                                                   |
|            | Equipo de cementación                | Camión de cementación<br>Bombas de desplazamiento positivo<br>Tanques de almacenamiento de cemento<br>Cabeza de cementación<br>Zapato guía o flotador<br>Tapón de tope<br>Tapón de fondo |
|            | Equipo para toma de registro de pozo | Camión de registro<br>Sondas de registro<br>Herramientas para manipulación de equipos                                                                                                    |

**Tabla 2-41. Equipos a utilizar para la perforación de pozos**

| TIEMPO        | EQUIPO | ACCESORIOS                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OTROS EQUIPOS |        | Colgador del revestimiento<br>Equipo de soldadura<br>Equipo de control de incendios<br>Brocas, equipos de flotación<br>Equipo para el transporte interno de material (cargador) y transporte externo para personal y carga |

- **Requerimiento de Maquinaria**

En la instalación de los equipos mencionados en el ítem anterior, se hará indispensable disponer de maquinaria como grúas y carromachos para llevar a cabo el levantamiento del equipo. Así mismo, se contará con retroexcavadoras, cargadores, montacargas y carrotranques.



**Fotografía 2-33. Maquinaria utilizada durante la perforación**

- **Procesos de perforación**

La tecnología a utilizar como se mencionó con anterioridad es el sistema de perforación rotacional. Este sistema utiliza una broca ensamblada a la sarta de tubería que mediante el movimiento rotacional desgasta la formación con la que interactúa. La tubería ubicada sobre la broca es de mayor espesor y es la que se encarga con su peso de aplicar la fuerza necesaria sobre la broca para que se avance en profundidad.

El fluido de perforación o lodo, pasa por la parte interna de la sarta hasta la broca saliendo por las boquillas y comienza a ascender por el espacio anular existente entre la sarta y las paredes del pozo trayendo consigo los cortes de perforación que posteriormente son separados en superficie mediante el equipo de control de sólidos.

Para estabilizar el pozo y dar un diámetro constante de trabajo, se procede al revestimiento que consiste en pegar a las paredes del pozo la tubería de revestimiento cuyo diámetro es ligeramente menor al del pozo; para lo cual se requiere sacar del pozo la tubería de perforación y descender la de revestimiento, la cual se pega a las paredes del pozo por medio de la cementación.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

La cementación es la operación mediante la cual se bombea una lechada de cemento por la tubería de perforación, para adherir la tubería de revestimiento a las paredes del pozo. Una vez se ha llegado a la profundidad de diseño se debe colocar el primer revestimiento o de superficie, se procede a sacar la tubería de perforación para luego bajar la tubería de revestimiento y bajar nuevamente la de perforación. Después se sienta el empaque en el espacio anular entre las tuberías (de revestimiento y perforación) para impedir el ingreso de la lechada, obligándola a circular por el espacio anular entre la tubería de revestimiento y las paredes del pozo. Cuando la lechada retorna a superficie se asume que el anular ha sido llenado, sin embargo se deja circular un tiempo más para evitar que queden atrapadas burbujas de aire dentro del cemento y se espera a que el cemento fragüe para finalizar el revestimiento.



**Fotografía 2-34. Equipo de cementación utilizado en perforación**

Cuando se llega a la profundidad objetivo se realiza la toma de registros que consiste básicamente, en la generación de una alteración de la energía en el fondo del pozo mediante el uso de una fuente. Dicha alteración o cambio se registra para su posterior interpretación en superficie. La operación utiliza una herramienta que pende de la superficie y transporta tanto la fuente como el mecanismo para registrar. La herramienta desciende gracias a un sistema de poleas unidas por un cable y movidas por un malacate.

Los registros eléctricos se realizan para determinar el intervalo productor. Cuando se llega a la formación productora, se genera una corriente eléctrica mediante un cable que va por dentro de la tubería de perforación. La actividad ocasionada en el pozo por la corriente eléctrica, se registra en una placa. Dicha actividad es mayor en las zonas que contienen fluidos y mucho mayor en las que contienen agua, debido a que la conductividad eléctrica de los fluidos es mayor que la de las formaciones y a su vez la del agua mayor que la del aceite. El registro se obtiene en superficie mediante la utilización de un software que traduce las señales emitidas en el fondo del pozo y las convierte en una gráfica de profundidad contra actividad o conductividad según sea el caso.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-104 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Si el pozo resulta productor, se procede al respectivo alistamiento para su futura entrada en producción, una vez construido el respectivo cargadero para por medio de carro tanques llevar el crudo a la estación de recolección. En caso contrario se clausura técnicamente, enviando un tapón de cemento al fondo del pozo y en superficie se coloca una lápida en concreto con información básica del pozo.

### ➤ **Las instalaciones de apoyo**

En los siguientes ítems se detallan los principales componentes que conforman la infraestructura requerida para la perforación de los pozos.

#### • **Campamento de Personal**

Para la perforación de cada pozo, se instalará un campamento acondicionado con el uso de contenedores (ver Fotografía 2-35) para el alojamiento del personal permanente, oficinas, enfermería, comedor, cocina, baños y lavandería. El área del campamento estará rodeado por una cuneta trapezoidal en concreto que recoge las aguas lluvias y las lleva a un desarenador - skimmer, para ser dispuestas en el medio. La zona de campamentos estará ubicada en un extremo de cada localización, distante de la planta de generación eléctrica, tanques de combustible y tea.



**Fotografía 2-35. Contenedores utilizados durante la perforación de pozos**

Los contenedores se colocarán sobre una capa de sub-base granular de 15cm de espesor y contará con pendiente de bombeo entre 0,3 y 1,0%. Estos contenedores vienen dotados con estructuras propias para ser instalados sobre la localización sin requerir ningún tipo de adaptación especial. Únicamente se construirán caminos de servicio. Adicionalmente se instalará el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas (Red Fox).

El número aproximado de contenedores necesarios para cada pozo es de 20, adecuados para el trabajo y permanencia del personal base. El campamento estará constituido por los contenedores que albergarán al Company Man y al personal de staff, involucrado en la perforación.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-105 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Los trabajadores de la región que sean contratados pernoctarán en sus hogares, una vez cumplan el turno de trabajo.

- **Área de almacenamiento de químicos**

Se adecuará una caseta para almacenar los productos químicos y aditivos que se utilizarán durante la preparación del lodo, tratamiento de aguas, operaciones de completamiento del pozo, toma de registros del pozo y pruebas de producción.

El almacenamiento de los productos químicos se realizará preferiblemente sobre estibas en madera que eviten el contacto directo del producto con el suelo. Todo material almacenado contará con su respectivo rótulo y su hoja técnica de seguridad.

- **Almacenamiento de combustible**

El combustible requerido para el funcionamiento de generadores y equipos será almacenado en tanques, cuya capacidad dependerá del equipo de perforación empleado. El área de tanques de combustibles deberá estar protegida con un dique de confinamiento con capacidad del 110% de la capacidad de almacenamiento del tanque de mayor volumen, el suelo estará impermeabilizado ya sea por medio de un dique en mampostería o con sacosuelos recubiertos por geomembrana (ver descripción de obras civiles).

- **Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas**

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas estará representado por una planta compacta para el tratamiento de aguas negras (Red Fox) y un sistema de trampa de grasas para el tratamiento de aguas grises. Los efluentes se almacenarán en tanques portátiles para ser tratados de acuerdo con lo descrito en el presente documento.

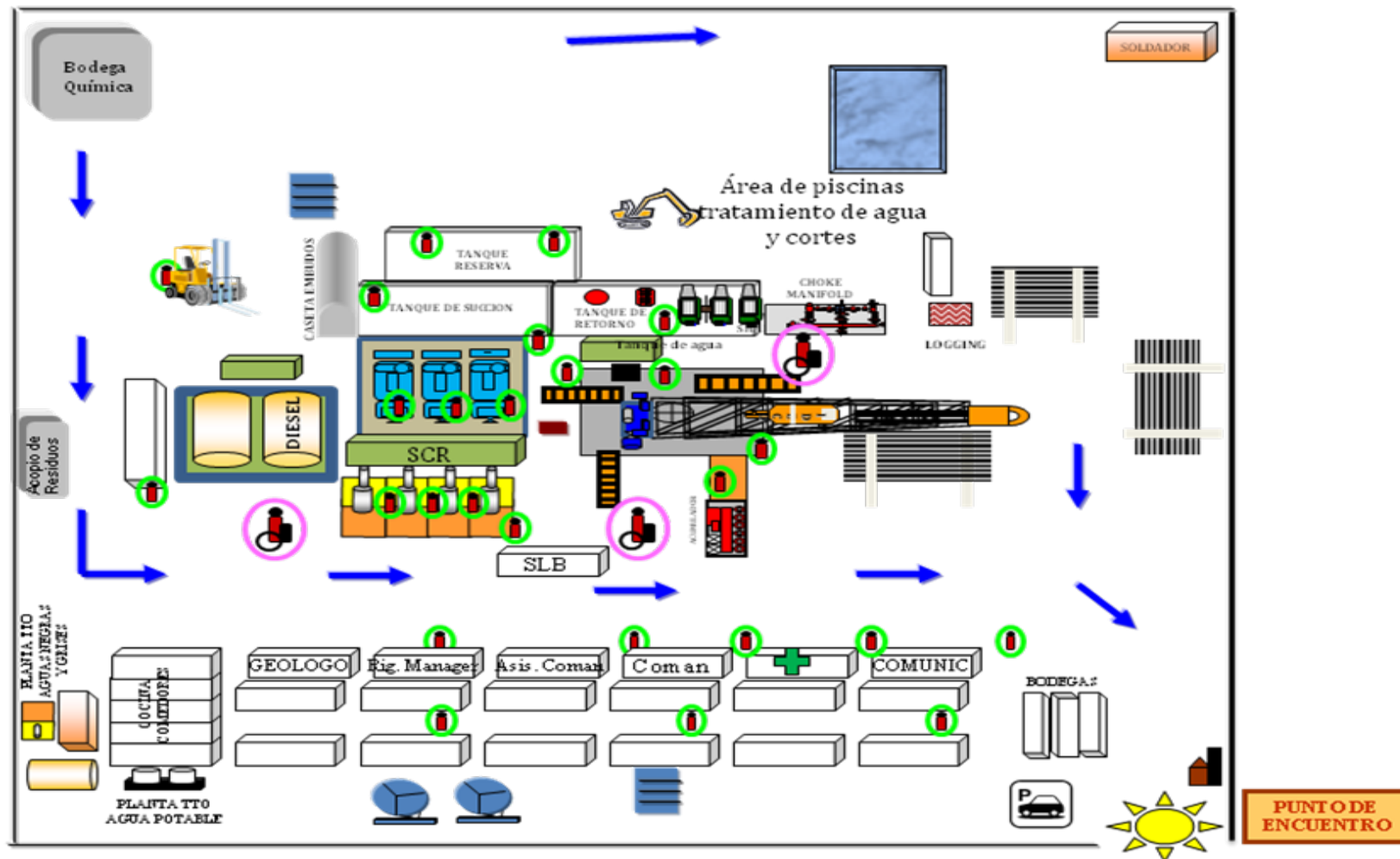


**Figura 2-30. Distribución típica de las instalaciones dentro de la plataforma de perforación**

➤ **Requerimientos de insumos y fuentes de energía**

• **Insumos**

Los materiales (insumos y sustancias) que se usarán durante la perforación corresponden básicamente a los necesarios para la preparación del lodo de perforación. Se requerirá Bentonita (material viscosificante), Barita (material pesante), polímeros, reductores de filtrado, soda cáustica, dispersante, entre otros. Es importante resaltar que durante la perforación de los pozos del APE Canelo Nogal solo se utilizarán lodos base agua.

Además, se requerirá cemento, acelerantes y retardadores para la preparación de las lechadas utilizadas en las actividades de cementación. Los materiales de mayor uso dentro de la perforación se presentan en la Tabla 2-42.

**Tabla 2-42. Insumos a utilizar en las diferentes actividades de la perforación**

| FUNCIÓN                                                                                         | MATERIAL                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LECHADA DE CEMENTO</b>                                                                       |                                                                                                             |
| Control de densidad de la lechada, reducir el agua libre                                        | Barita, hematita y silicato de sodio                                                                        |
| Aceleran el tiempo de fraguado de la lechada                                                    | Cloruro de calcio, cloruro de sodio                                                                         |
| Retardadores                                                                                    | Lignosulfanato de calcio, ácidos orgánicos, carboximetilhidroxetil celulosa (CMHEC)                         |
| Pérdida de circulación                                                                          | CMHEC, plásticos, fibras de nylon entre otros                                                               |
| Control de filtrado                                                                             | Latex, bentonita con dispersante, CMHEC, polímeros orgánicos                                                |
| Control de viscosidad                                                                           | Defloculantes orgánicos como el lignosulfanato de calcio, el cloruro de sodio y polímeros de largas cadenas |
| Contrarrestar la contaminación por defloculantes orgánicos provenientes del lodo de perforación | Para formaldehído y el cromato de sodio                                                                     |
| Estabilidad y menor permeabilidad a altas temperaturas                                          | Sílica flúor                                                                                                |
| Cemento más fuerte al impacto                                                                   | Nylon                                                                                                       |
| <b>LODOS DE PERFORACIÓN</b>                                                                     |                                                                                                             |
| Incrementar la densidad y la viscosidad                                                         | Carbonato de Calcio, Barita y Bentonita API y Polímeros                                                     |
| Ajustar pH del lodo.                                                                            | Hidróxido de calcio, sulfato de calcio, carbonato de sodio y el hidróxido de sodio, y de potasio, anhidrita |
| <b>TRATAMIENTO DE AGUAS</b>                                                                     |                                                                                                             |
| Coagulación                                                                                     | Sulfato de aluminio                                                                                         |

**Tabla 2-42. Insumos a utilizar en las diferentes actividades de la perforación**

| FUNCIÓN                                                                                             | MATERIAL                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Floculación                                                                                         | Polímeros como el GEO-F05                                        |
| Ajustar pH, el intervalo de trabajo del sulfato de aluminio y anular los polímeros base del sistema | Soda cáustica, ácido acético y cal                               |
| <b>TRATAMIENTO DE CORTES</b>                                                                        |                                                                  |
| Secado del lodo base agua                                                                           | Cal viva (para secado lodos base agua)                           |
| <b>OTROS MATERIALES</b>                                                                             |                                                                  |
| Mantenimiento de equipos y maquinaria                                                               | Diesel, gasolina, grasa (bestolife), aceites lubricantes y agua. |

Fuente: C&MA LTDA

El programa de lodos es el siguiente: se va a utilizar en todas las etapas de perforación lodo base agua: en la fase 17 ½" agua-bentonita, en la fase 12 ¼" lodo inhibitorio de formaciones arcillosas. Se perforará utilizando un lodo de inicio simple Bentonita, extendedor de arcillas o nitrato de calcio extendedor de arcillas. El primer sistema proporciona la viscosidad que se requiere para asegurar una buena limpieza del hueco a velocidades anulares bajas. El segundo sistema proporciona la inhibición de las arcillas a bajas reologías a altos galonajes. Se pueden circular píldoras de alta viscosidad de bentonita extendedor durante la perforación según las condiciones del pozo así lo requieran para suministrar limpieza adicional al hueco. Este lodo está compuesto por Aquagel (12-15 Lb/Bbl), adicionándole X-TEND-II (0,04 – 0.05 Lb/Bbl) con el fin de incrementar el rendimiento. En caso de presentarse caída del pH en alguna de las formaciones geológicas se adicionará Hidróxido de Sodio (Soda cáustica) para mantener el pH entre 8,5 y 9 y prevenir el embotamiento de la broca y los estabilizadores, se deberá aplicar pirofosfato ácido de sodio y soluciones de surfactante.

En la fase 8 ½" (zona productora) lodo drill in con mínima densidad de bajo contenido de sólidos y bajo filtrado. Fluido de muy bajos sólidos, el cual contiene un polímero encapsulante de arcillas, un inhibidor tipo amina para disminuir la reactividad de las arcillas y eventualmente otros inhibidores líquidos (inhibidores de corrosión, poliacrilamidas). El sistema normalmente maneja un contenido de sólidos bajo y debido a ésta característica, es un sistema que proporciona ventajas en la perforación de un pozo por las prestaciones hidráulicas.

Otros químicos importantes que se utilizan durante la perforación son los usados para el tratamiento de residuos sólidos (tratamiento y fijación de cortes de perforación) y líquidos (dewatering y tratamiento de aguas residuales) generados durante la misma. Entre estos están: Ácido Acético, polímeros (alifloc 2000, HF 1143 y HF 1146), sulfato de aluminio, Cal Hidratada, e Hipoclorito de Calcio.

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

El diseño mecánico tipo de un pozo exploratorio del área se presenta en la siguiente figura.

**Estado Mecánico Pozo : Canelo Nogal**

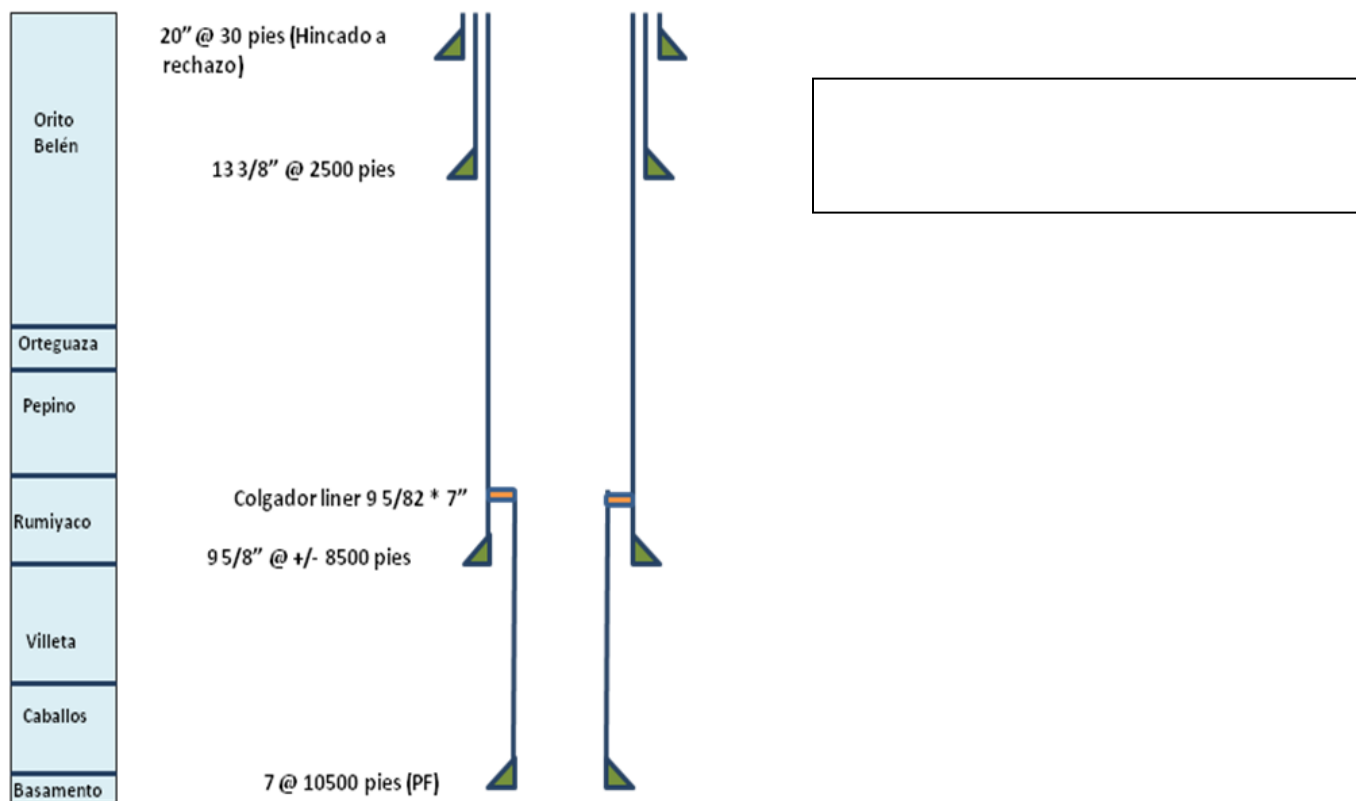


**Figura 2-31. Estado mecánico de un pozo en el área de Canelo Nogal**

|                                                                                   |                                                                                                                 |             |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |             |  |  |
| Cap 2: Descripción de las actividades                                             | C&MA-PTN-AMB-1110                                                                                               | Revisión: 0 |  |                                                                                     |

### • Fuentes de energía

La energía para cada pozo será suministrada por motores y generadores Diesel. El combustible de los motores corresponde a ACPM para la generación de energía, el cual se almacenará en los tanques que tendrán diques de contención, los cuales pueden contener un volumen igual o mayor al 110% del volumen almacenado. Con los motores se genera la energía para el funcionamiento de motobombas en la recirculación de aguas, para campamentos, entre otros.

Los requerimientos de combustible dependerán del taladro de perforación que para este caso se utilizará un taladro de 1500Hp estimándose un promedio de 1.800 a 2.000 glns/día. Si la perforación dura 45 días se requerirá de un volumen de 90.000glns.

### ➤ **Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales**

Los recursos afectados durante la perforación son el recurso hídrico, el recurso suelo y el recurso aire.

### • Captación de aguas

Agua superficial: Para la perforación de cada pozo exploratorio, se estima se requerirá de un volumen de 3 l/s para uso industrial y doméstico. El agua requerida para la perforación de los pozos será obtenida del río Mandúr como se muestra en la Tabla 2-33 y/o será comprada al acueducto del municipio de Puerto Guzmán. El transporte hasta la locación de cada pozo se realizará por carrotanques o por manguera dependiendo de la distancia y ubicación del pozo exploratorio y el punto de captación a utilizar.

De acuerdo con los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) realizados al río Mandúr, se muestra que este cuerpo de agua tiene una REGULAR calidad del recurso hídrico, relacionada básicamente con el NO uso del agua para consumo humano directo (ver capítulo 4: Uso y aprovechamiento de los recursos naturales).

### • Vertimientos

Para el vertimiento de las aguas residuales ya tratadas de las actividades a realizar en el área de interés exploratorio Canelo Nogal se proponen las siguientes opciones:

- Disponerlas sobre el mismo cuerpo de agua propuesto para captación en un punto específico ubicado a 100 m aguas abajo de éste.
- Disposición mediante riego por aspersión en las vías a utilizar del proyecto o en un área de aspersión que se podrá ubicar en áreas contiguas a las locaciones de los pozos exploratorios.
- Tratamiento y disposición final por medio de empresas especializadas en este tipo de residuos que cuenten con los permisos ambientales requeridos.

### • Recurso Aire

Las principales fuentes de contaminación por ruido y emisiones atmosféricas (gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) y material

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-112 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

particulado) durante la perforación de un pozo, corresponden a los siguientes equipos: generadores de energía, compresores, bombas del fluido de perforación y los vehículos empleados para el transporte de equipos y personal. La actividad de perforación es temporal y de corta duración, por lo que las fuentes de emisiones serán de tipo no-permanente y no-periódicas con respecto a las actividades actuales del área.

**Tabla 2-43. Principales fuentes de emisiones durante la perforación de un pozo**

| Fuente               | Combustible | Genera Ruido | Genera Emisiones | Material Particulado |
|----------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------|
| Motor del malacate   | ACPM        | SI           | SI               | NO                   |
| Motores bomba fluido | ACPM        | SI           | SI               | NO                   |
| Generadores energía  | ACPM        | SI           | SI               | NO                   |

Los niveles de ruido que se pueden producir durante las actividades de perforación de un pozo están entre 60 y 100 decibeles, siendo de mayor orden los producidos sobre la mesa rotaria y los que se generan por la operación de los generadores de energía.

Si durante el desarrollo del proyecto la capacidad de los motores de combustión interna es igual o superior a 1 MW, dichos motores deberán cumplir con las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas, según lo establecido en la normatividad vigente en la materia (Resolución 909 de junio 5 de 2008 y Resolución 1309 de julio 13 de 2010).

➤ **La organización típica y personal necesaria**

Durante la etapa de perforación del pozo, se requiere en promedio un total de 104 personas, 84 como personal base (calificado y mano de obra no calificada) y los 20 restantes como personal temporal o flotante, que laboran de manera continua en turnos de 12 y 8 horas.

Durante la etapa de perforación, el personal base y temporal pernoctará en la plataforma en el campamento que se adecua para este fin. En la Tabla 2-44 se muestra el personal base requerido durante la perforación.

**Tabla 2-44. Personal base requerido durante la etapa de perforación**

| CALIFICADO                           |        | NO CALIFICADO                                            |        |
|--------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|--------|
| Cargo                                | Número | Cargo                                                    | Número |
| Ingeniero jefe de pozo (Company Man) | 1      | Interventor HSE                                          | 1      |
| Jefe de equipo (Tool Pusher)         | 1      | Administrador                                            | 1      |
| Supervisores de equipo               | 2      | Supervisor sistemas de tratamiento aguas negras y grises | 1      |

**Tabla 2-44. Personal base requerido durante la etapa de perforación**

| CALIFICADO                                           |        | NO CALIFICADO                            |        |
|------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------|--------|
| Cargo                                                | Número | Cargo                                    | Número |
| Geólogos mudlogging                                  | 6      | Operador del cargador                    | 1      |
| Ingeniero tratamiento de aguas industriales y cortes | 2      | Ayudantes de patio (patieros)            | 10     |
| Ingeniero de lodos                                   | 2      | Recoge muestras                          | 2      |
| Ingenieros para registros                            | 4      | Personal de cementación                  | 6      |
| Geólogo wellsite                                     | 2      | Celaduría                                | 2      |
| Encuelladores                                        | 2      | Ayudantes de tratamiento de aguas        | 2      |
| Perforador                                           | 2      | Servicio de casino                       | 7      |
| Cuñeros                                              | 6      | Conductor de volqueta                    | 1      |
| Eléctrico                                            | 1      | Personal pruebas cortas de producción    | 8      |
| Mecánico                                             | 2      | Jefe de seguridad física                 | 1      |
| Soldador                                             | 2      | Personal de control direccional          | 4      |
| Supervisor HSE taladro                               | 1      |                                          |        |
| Médico o Enfermero                                   | 1      |                                          |        |
| <b><u>Subtotal personal estimado</u></b>             |        | <b><u>Subtotal personal estimado</u></b> |        |
| <b>37</b>                                            |        | <b>47</b>                                |        |
| <b>TOTAL</b>                                         |        | <b>84</b>                                |        |

Se estiman 20 personas más como personal flotante entre los cuales se encuentran los conductores de las camionetas de personal, conductores vehículos de carga, conductores de carotankes de combustible, fumigadores, personal de inspección de tubería, personal de instalación de redes de comunicación, personal de empresas recolectoras de residuos, superintendente de equipo de perforación y personal de corrida de casing de revestimiento.

➤ **El manejo, sistemas de tratamiento y disposición de residuos, incluidos los de fuente radiactiva**

Los residuos generados durante la perforación de un pozo exploratorio se pueden clasificar en residuos domésticos (sólidos y líquidos), residuos industriales (sólidos y líquidos).

Las actividades generadoras de los diferentes tipos de residuos se resumen en la Tabla 2-45.

**Tabla 2-45. Actividades generadoras de los diferentes tipos de residuos durante la perforación**

| TIPO DE RESIDUOS | CLASIFICACIÓN         | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Domésticos       | Sólidos               | Desechos provenientes de actividades relacionadas con la higiene y alimentación del personal que labora en el área así como con el funcionamiento de la oficina. Dentro de estos residuos se encuentran: cartón, vidrio, desechos de comida, papel, aluminio, etc.                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                  | Líquidos              | Aguas negras y grises provenientes del funcionamiento de las baterías sanitarias y las actividades de limpieza del personal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Industriales     | Sólidos               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cortes o rípios de perforación originados en la separación del equipo de control de sólidos.</li> <li>▪ Desechos o sobrantes de cemento producto de las cementaciones.</li> <li>▪ Chatarra, madera, filtros, accesorios inservibles, empaques y otros originados en el mantenimiento de maquinaria y de equipos.</li> </ul>                                                                                                                                                   |
|                  | Líquidos Industriales | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lodos de desecho generados en la perforación</li> <li>▪ Aguas aceitosas originadas en el lavado de maquinaria y equipos.</li> <li>▪ Aguas de escorrentía acumuladas en los canales perimetrales (generadas por las lluvias y lavado de los equipos).</li> <li>▪ Aceites desechados en las labores de cambio de aceite de maquinaria y equipos, así como fugas de combustible de los equipos, grasas y aceites recuperadas en las trampas o "skimmer", entre otros.</li> </ul> |

Fuente: C&MA LTDA

El sistema de tratamiento y disposición final para cada tipo de residuos se describe a continuación:

- Residuos sólidos domésticos: Los residuos de comida y productos degradables se almacenarán en una caneca diferente a la de papeles, vidrios, cartón y plástico, así como los residuos considerados peligrosos o especiales como los de enfermería.

**Tabla 2-46. Tratamiento y disposición de residuos sólidos domésticos durante la etapa de perforación**

| TIPO DE RESIDUOS                                   | SEGREGACIÓN                                                      | DISPOSICIÓN FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Residuos Orgánicos</b>                          |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Bolsa o caneca Negra                               | Son los desechos de comida y orgánicos                           | Estos residuos se dispondrán en alguno de los rellenos sanitarios del área y que cuentan con permiso para su funcionamiento (ver Tabla 2-37) También podrán ser donados a la comunidad para el levantamiento de especies menores teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 2341 del 23 agosto del 2007 expedida por el ICA.                                                                          |
| <b>Residuos No reciclables / no biodegradables</b> |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Bolsa o caneca amarilla                            | Residuos inertes                                                 | Estos residuos serán llevados a algunos de los rellenos sanitarios cuente con los respectivos permisos ambientales para su operación (ver Tabla 2-37).                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Residuos Reciclables</b>                        |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Bolsa o caneca Verde                               | Papel, cartón, vidrio, aluminio, algunos plásticos, etc.         | Se almacenarán temporalmente en la caseta de almacenamiento de los residuos de la plataforma, para posteriormente ser comercializados con cooperativas de reciclaje de la zona (ver Tabla 2-37).                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Residuos especiales</b>                         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Bolsa roja                                         | Residuos de enfermería o impregnados de sustancias contaminantes | En caso de generarse, estos residuos serán almacenados en bolsas rojas, para posteriormente trasladarlos a los departamentos vecinos de Nariño o Huila, los cuales cuentan con empresas de servicio especial de aseo de residuos hospitalarios que se encuentren autorizados, ya que en el departamento del Putumayo no existe una empresa especializada para tratar esta clase de residuos (ver Tabla 2-37). |

- Residuos líquidos domésticos: Para el tratamiento de aguas negras de cada pozo exploratorio se utilizará una unidad compacta de lodos activados tipo “Red Fox”. Las aguas grises (aguas de lavado e higiene general) pasarán por una trampa de grasas en donde el efluente líquido se enviará junto con el efluente tratado de la Red Fox a la piscina o catch tank de verificación de parámetros y vertimiento.

La nata de las grasas se recogerán con material absorbente o con palas/canecas y se almacenarán junto con los residuos contaminados con hidrocarburo para su disposición o con los suelos contaminados en una caneca

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

de color Gris ubicada en la caseta de residuos de cada pozo (si estos se generan).

El residuo líquido de la planta de tratamiento de aguas negras deberá cumplir con los límites permisibles de los parámetros determinados antes de su disposición final (Decreto 1594 de 1984 o el que aplique). Residuos sólidos industriales: los residuos sólidos industriales, exceptuando los cortes de perforación, serán almacenados en canecas de 55 galones ubicadas en la caseta de almacenamiento de residuos del pozo.

- Cortes de perforación: se manejarán In situ o Ex Situ; si la opción es In situ, los cortes que salgan del Dewatering y del control de sólidos se almacenarán en las piscinas construidas para tal fin o en los tanques de almacenamiento temporal y serán mezclados con cal y material sobrante de excavación para su deshidratación final y estabilización. Posteriormente se podrán disponer en las zonas de disposición de recortes de perforación aledañas a la plataforma de perforación o utilizar para la conformación de terraplenes para el relleno y perfilamiento de piscinas y/o reconfiguración del terreno intervenido en caso de abandono.

Si es Ex Situ se almacenarán en tanques portátiles para ser tratados fuera del área de la locación por empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos que cuenten con los permisos ambientales vigentes (ver Tabla 2-47).

**Tabla 2-47. Empresas para manejo de residuos aceitosos y contaminados con aceites o hidrocarburos**

| EMPRESA          | UBICACIÓN                        | LICENCIA AMBIENTAL                        | OBSERVACIONES                                                                                                                                                          |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MMMBJARDIN       | Vereda El Caldero (Orito)        | Resolución 0440 del 6 de Julio de 2009    | Planta de tratamiento y disposición cortes de perforación base agua y base aceite y suelos contaminados con hidrocarburos.                                             |
| SERVIPETROL LTDA | Vereda Santa Rosa del 35 (Orito) | Resolución 144 del 26 de Febrero de 2008  | Planta de aprovechamiento, tratamiento, incineración y disposición final de residuos sólidos peligrosos.                                                               |
| INSPECTROL LTDA  | Vereda Santa Rosa del 35 (Orito) | Resolución 0143 del 26 de Febrero de 2008 | Planta de tratamiento de cortes de perforación base agua y base aceite, recuperación de suelos y residuos contaminados con hidrocarburos y manejo de aguas residuales. |
| ECOANALISIS LTDA | Vereda el Yarumo (Orito)         | Resolución 563 de Julio 23 de 2008        |                                                                                                                                                                        |
| OCAMPETROL LTDA  | Vereda Alto Mirador (Orito)      | Resolución 0770 del 29 de Agosto de 2005  | Tratamiento de cortes de perforación, recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo de aguas residuales.                                              |

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- La chatarra, madera, bolsas de cemento, sacos usados como empaque de químicos y papel y cartón no contaminado: en una caneca se almacenarán la chatarra y madera y en otra las bolsas, sacos, papel y cartón no contaminados. Estos residuos se comercializarán con las cooperativas de reciclaje de la región.
- Los residuos impregnados con hidrocarburo serán responsabilidad de la empresa operadora del taladro y serán tratados por medio de una empresa especializada en este tipo de residuos y que cuente con los permisos requeridos para tal fin. Este tipo de residuos se almacenarán en una caneca de color Gris. En el área se encuentran las empresas especializadas descritas en la Tabla 2-47.
- Los protectores de rosca y las canecas vacías: se apilarán temporalmente en la caseta de residuos y posteriormente se los llevará el contratista del taladro para su reutilización. Las canecas también podrán reutilizarse para el almacenamiento de residuos en el mismo pozo; no se podrán regalar a la comunidad.
- Suelos contaminados con hidrocarburo: Los residuos de suelo impregnados con aceite o crudo serán almacenados en sacos, para luego ser entregados a empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos y que cuenten con los permisos ambientales requeridos para tal fin (ver Tabla 2-47).

Las natas recolectadas de la trampa de grasas y el skimmer también se podrán disponer con este tipo de residuos.

➤ Residuos líquidos industriales: son los lodos de desecho (agua producto de los lodos tratados), el agua lluvia y los residuos de lubricantes quemados.

- Lodos de desecho (agua producto de los lodos tratados): El lodo que por pérdida de propiedades, envejecimiento o cambio de formación se saque de circulación se podrá tratar “In situ” en piscinas o tanques portátiles mediante procesos de dewatering, coagulación-floculación y demás tratamientos físico-químicos convencionales para su posterior disposición bajo la verificación de los parámetros exigidos por la normatividad (Decreto 1594 de 1984). Las alternativas de disposición final de los residuos líquidos industriales son las siguientes:
  - ✓ Transportarlas por carrotanque o manguera para ser vertido después de tratamiento en el punto de vertimiento autorizado sobre el río Mandúr.
  - ✓ Almacenamiento temporal en tanques portátiles junto con los cortes de perforación para ser tratados ex situ, por empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos.
  - ✓ Utilizarlas para riego de vías en época de estiaje para mitigación de material particulado en zonas de aspersión adecuadas en lo posible contiguas a los pozos exploratorios, de acuerdo con las unidades de suelo identificadas en el área del proyecto.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-118 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- Agua de Escorrentía: El agua lluvia que se acumule en los canales perimetrales de las plataformas de perforación se conducirá mediante cunetas perimetrales hacia un desarenador para verterla posteriormente al medio (ver Ficha 7 del capítulo 7: Plan de Manejo Ambiental del presente documento).
- Las aguas recogidas en las cunetas perimetrales internas de los equipos de perforación se conducirán a una trampa de aceites o “skimmer”, desde donde el efluente graso es retirado y almacenado junto con los residuos contaminados con hidrocarburos y el efluente líquido se llevará hacia al sistema de tratamiento del agua residual industrial de cada plataforma.
- Residuos de Lubricantes Quemados: Los residuos aceitosos generados por el escurrimiento de agua aceitosa durante engrasado de rosca de tubería, se almacenarán en canecas de 55 galones y se entregarán a una empresa especializada en el manejo de este tipo de residuos. Cada contratista será el responsable del manejo de este tipo de residuos.
- Como fuentes de material radiactivo se emplea para la perforación herramientas para el registro del pozo mediante la toma de registros radiactivos (densidad, neutrón, gamma ray). Esta actividad no es permanente, y el equipo ingresa al área del pozo sólo cuando se programa la actividad. La unidad con las respectivas herramientas se ubica frente del pozo durante la perforación, para lo cual se restringe el paso mediante señalización y delimitación con cinta reflectiva, y sólo opera en el área el personal de la compañía contratista que tiene pleno conocimiento de los procedimientos de manejo de las herramientas de perfilado. Las fuentes radiactivas vienen en sus contenedores de plomo selladas; sólo son abiertas cuando se monta el equipo y son corridas en el pozo. Todo el material radioactivo será suministrado por una compañía especializada y una vez terminado el proceso, la misma compañía se encargara de su traslado y tratamiento final.

➤ **El completamiento y pruebas de producción: equipos, insumos, tipo y manejo de residuos, entre otros**

Completamiento: es la operación de alistamiento del pozo para producción y consiste en la instalación de los revestimientos, tuberías de producción y sistema de levantamiento. La tubería de revestimiento evita el derrumbe de las paredes del pozo y brinda un diámetro constante de trabajo para posteriores operaciones (“Workover”), la tubería de producción encausa el fluido aportado por la formación productora y contiene las herramientas del levantamiento artificial.

Pruebas de producción: Éstas se realizan para conocer el potencial y las propiedades del fluido que proviene del pozo. Durante las pruebas de producción se extraen los fluidos de la formación de interés y se evalúa el potencial de producción del pozo y las principales características de los fluidos del yacimiento.

Cuando se llega a la formación productora según la interpretación de los registros eléctricos, se baja una sarta de cañoneo que contiene pequeñas cargas explosivas, las cuales se detonan perforando la sarta y la formación y generando unos canales que

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-119 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

facilitan el flujo de los fluidos hacia el pozo. Finalmente, se instala la tubería de producción la cual encausa el fluido aportado por la formación productora y contiene las herramientas del levantamiento artificial.

Posteriormente, se procede a la limpieza del pozo, la cual consiste básicamente en remover el lodo de perforación mediante el bombeo de agua fresca o salobre por la sarta de perforación. La limpieza del pozo finaliza cuando no se recogen cortes en el equipo de control de sólidos. El agua utilizada para la limpieza del pozo provendrá, si sus condiciones lo permiten, de la piscina o catch tank de vertimiento del sistema de tratamiento de la plataforma y después de ser usada en la limpieza, se reintegrará al sistema de tratamiento de las aguas residuales del pozo para su tratamiento nuevamente y disposición final mediante el sistema aprobado para la etapa de perforación.

Las pruebas de producción para los pozos exploratorios se realizarán o bien en la misma locación del pozo mediante facilidades tempranas o llevando la producción de los pozos a las facilidades de producción que se instalarán en el área del primer pozo exploratorio productor. El transporte del fluido de producción se realizará por medio de carrotaques o líneas de flujo.

#### ➤ **Facilidades tempranas de producción: ubicación, equipos y procesos**

Durante las pruebas de producción se instalarán las facilidades tempranas de producción dentro del área de alguna plataforma multipozode 7 has. Dentro del área de las facilidades tempranas se ubicarán como mínimo los siguientes equipos (ver Fotografía 2-36):

- Facilidades para el control del flujo (manifold, válvulas, manómetros).
- Un separador trifásico de hasta 6000BOPD / 2100BWPD / 2MMSCFD, un separador de prueba de hasta 3000BOPD / 550BWPD / 2MMSCFD y un Scrubber para el tratamiento del crudo.
- Un gun barrel o tanque de lavado de hasta 3000bbl de capacidad y hasta 6 tanques de 500bbl cada uno para el almacenamiento temporal de crudo.
- Generadores eléctricos para el sistema de energía.
- Un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Un cargadero de carrotaques y bombas de transferencia para el transporte de fluidos.
- Una tea vertical.
- Containers para la instalación de la oficina, laboratorio, comedor y batería sanitaria.

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |



**Fotografía 2-36. Equipos instalados en la etapa de pruebas de producción**

En la Figura 2-32 se presenta el flujograma de las facilidades tempranas a instalar.

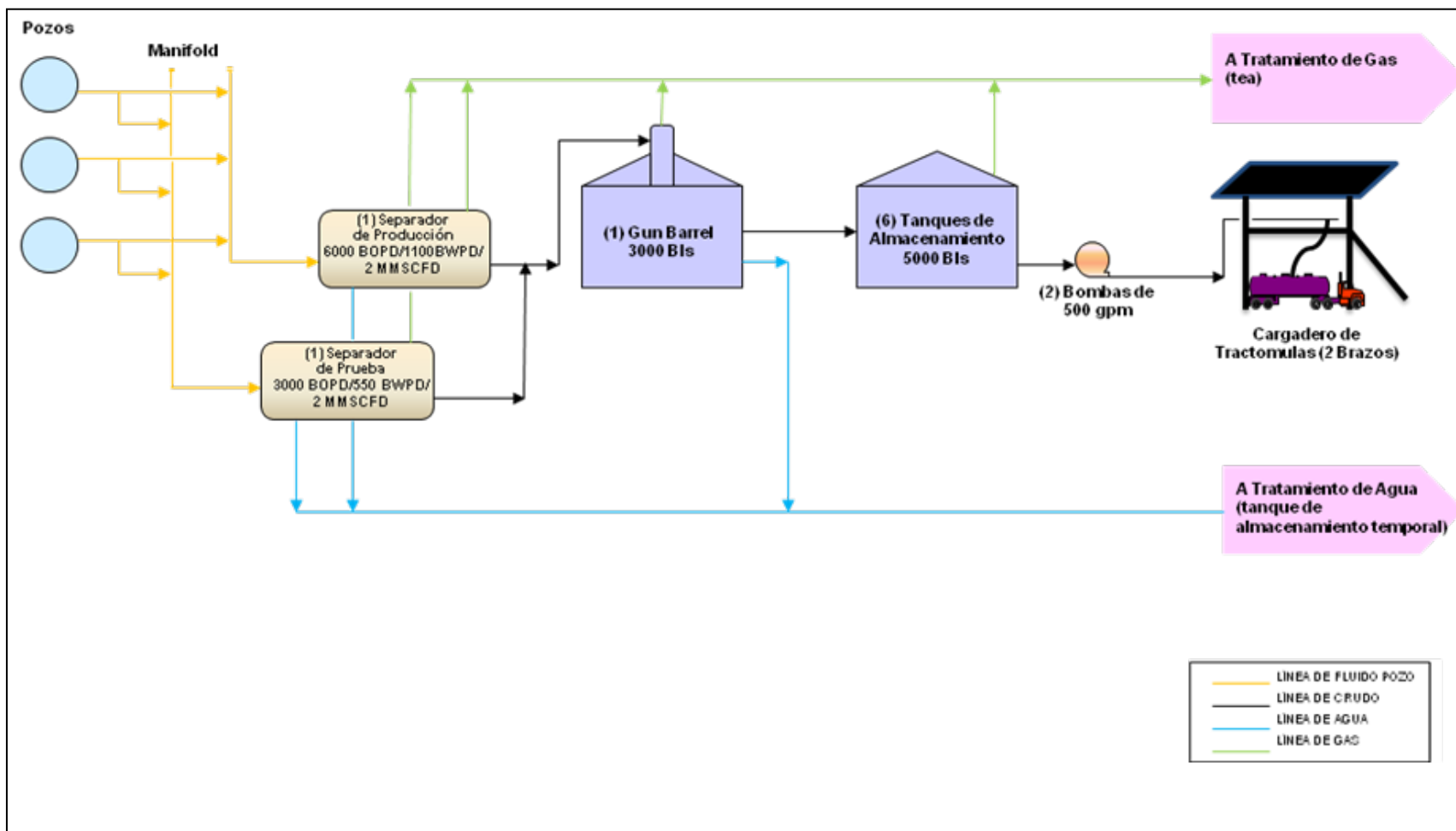


**Figura 2-32. Facilidades tempranas a instalar**

Se construirá un cargadero para el cargue de dos carrotanques simultáneamente. El cargue se realizará por medio de bombas de transferencia las cuales deberán estar ubicadas sobre una placa en concreto que tenga cunetas perimetrales conectadas a una caja recolectora; igualmente, el área del cargadero estará sobre una zona impermeabilizada para el estacionamiento de los carrotanques que también cuente con cunetas perimetrales con rejillas para el eventual manejo de derrames menores. La zona de cargue deberá estar techada mediante una cercha y teja metálica, soportada en dos columnas metálicas y ocupará un área de 8m de largo \* 6m de ancho.

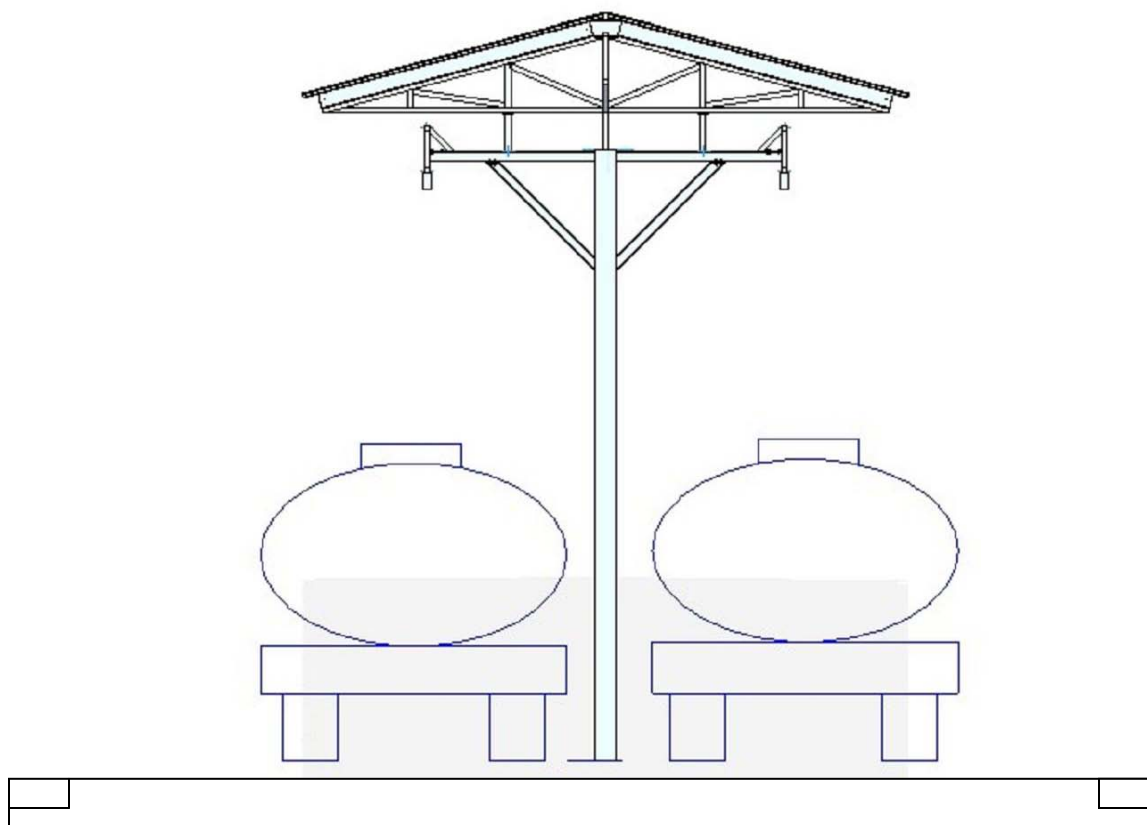


**Figura 2-33. Esquema de un cargadero de carrotanques**

- **Tea**

En caso de generación de gas durante las pruebas producción, éste se quemará utilizando una tea vertical. En caso de que el volumen de gas sea significativo, se podrá emplear para una posible generación de energía.

La instalación de la tea vertical para la quema esporádica de gas, deberá seguir las normas en cuanto altura y ubicación, según lo establecido en la Resolución 0909 de 2008. Además de las siguientes medidas:

|                                                                                   |                                                                                                                              |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                                        | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- En caso de que la producción de gas sea continua se mantendrá una inyección de aire al quemador de la tea para que haya suficiente oxígeno que garantice la combustión completa del gas.
- La tea deberá contar con tensores para soportar las fuerzas cambiantes generadas por acción de los vientos.
- La tea y su tubería de conducción se instalarán al momento del montaje de los equipos y permanecerá instalada y lista para su funcionamiento hasta la etapa de desmantelamiento o de ser necesario, durante las pruebas extensas y la posterior etapa de producción.
- El diseño deberá incluir un mecanismo para reducción de purga, anillo de retención de llama y un sistema piloto de ignición y re-ignición de alto voltaje.
- La línea de la tea contará con un sistema para la separación gas / líquido tipo Knock-Out-Drum, el cual se encargará de retener agua o condensados provenientes del separador trifásico y de esta manera evitar los acumulamientos de fluidos que puedan afectar la quema del gas.

El sistema de quema recibirá el gas y los relevos de los tanques de almacenamiento y está conformado de las siguientes facilidades y equipos:

- Cabezal de relevo (baja presión)
- Tambor de K.O Drum (Baja Presión)
- Tea de Baja
- Dos Bombas de Condensado
- Sistema de Interconexión
- Sistemas de Alarmas por Bajo y Alto nivel
- Encendido Automático con manos en tierra

De la misma manera, se debe tener en cuenta las facilidades civiles requeridas para el manejo de aguas aceitosas:

La tea deberá construirse sobre un pedestal en concreto reforzado que sirva de base para su apoyo. Para la contención de líquidos que puedan caer de la tea se va a construir una superficie dura en concreto que permita la recolección de líquidos y los envíe por gravedad a una caja de achique que estará conectada al sistema de aguas aceitosas, la placa debe tener bordillo para contener los líquidos y evitar derrames.

La placa de concreto deberá tener como mínimo 4x4m de dimensiones, con canales de recolección, cajas desnatadoras y tuberías de conducción de líquidos a la trampa de grasas (Skimmer).

#### K.O Drum de alta y K.O Drum de baja

El K.O Drum se construirá sobre una placa en concreto reforzado, con bordillo que soporte el peso del K.O Drum y sirva para recolectar los fluidos del drenaje y los envíe por gravedad a una caja de achique que estará conectada al sistema de aguas aceitosas. La placa de concreto deberá tener como dimensiones 2 x 2m.

#### • **Actividades a desarrollar**

En el área de interés exploratorio Canelo Nogal inicialmente se realizará la perforación de un primer pozo y dependiendo de los resultados de este primer prospecto se

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-124 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

analizará la perforación de otros pozos dentro del área licenciada. Hasta el momento se proyecta desarrollar programas de perforación en 5 plataformas multipozos, cada una adecuada para perforar hasta 3 pozos exploratorios.

Una vez se perforen el o los pozos y éstos sean revestidos, cementados y se realice la toma de registros, y en caso que estos resulten productores, se procederá a realizar las pruebas cortas y extensas de producción. Estas tienen por finalidad evaluar la potencialidad de cada pozo y la viabilidad económica de su operación.

Las pruebas de producción se realizarán a través de la tubería ranurada colocada frente de la sección productora. Si se da la presencia de hidrocarburos, este fluye hasta la tubería y hacia la superficie, donde se realizan los análisis del fluido de la formación (gravedad API, GOR y BSW). Eventualmente, se podrá realizar un cañoneo a la formación productora (pozo) a diferentes profundidades sobre la formación productora, con cargas que perforan la tubería y penetran dentro del estrato poroso en varias direcciones.

Si se da la presencia de hidrocarburos (gas o crudo), estos fluyen hasta la tubería y salen a la superficie.

Dependiendo de los resultados de las pruebas cortas de producción, se prevé la realización de pruebas extensas de producción, cuya duración estimada podría ser hasta seis meses (6). Los objetivos de estas pruebas extensas son: estabilizar la rata de producción del pozo y establecer la viabilidad de producción para declarar su comercialidad. Los fluidos generados se manejarán de la siguiente manera:

El agua de formación generada durante las pruebas cortas de producción será almacenada en frac tanks o piscinas para su posterior entrega a empresas que cuenten con los permisos ambientales vigentes para el tratamiento y disposición, debió a que estos residuos líquidos poseen características de alta conductividad y alta concentración de cloruros. Si estas aguas pueden ser tratadas in situ por una compañía especializada, se realizarán de esta forma.

En caso de que durante la perforación se construyan piscinas para el tratamiento de agua residual, éstas se podrán dejar sin clausurar para utilizarlas en el tratamiento del agua de producción durante las pruebas extensas. Al finalizar éstas, se procederá a su clausura.

- El crudo se tratará y almacenará en las facilidades tempranas de producción y desde allí se realizará el cargue del mismo.
- El crudo se transportará desde cada pozo por medio de carrotanques a las facilidades tempranas de producción y desde allí, por carrotanques, hasta las baterías La Linda, Toroyaco o a la estación Santana.

Respecto a la quema del gas generado durante las pruebas de producción, se deberá adecuar una tea en cada locación o en su defecto sobre la plataforma en donde se encuentren las facilidades, cumpliendo con los requisitos establecidos por la normatividad (La altura de la Tea se calculará teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 0909 de junio 5 de 2008).

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-125 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Otras actividades a desarrollar durante las pruebas extensas son:

- Limpieza del Pozo

En caso de dificultades para poner en producción las arenas en la formación productora en cada pozo, será necesario efectuar operaciones de limpieza y estimulación de las mismas. Estas operaciones corresponden a la circulación de un colchón de salmuera, con el objeto de evacuar los desechos los elementos que se puedan encontrar en el fondo, removiendo posibles acumulaciones de residuos frente a la formación productora. Si se utiliza salmuera, el residuo será llevado en carrotanques a las facilidades producción ó a una empresa que cuente con los permisos ambientales vigentes, en la que se pueda manejar este tipo de residuos para su tratamiento y disposición final.

- Actividades de Mantenimiento

Con el fin de medir la producción de líquido y gas se cañoneará cada una de las formaciones potencialmente productoras con balas de alta penetración para abrir orificios al revestimiento y al cemento y así permitir que las formaciones queden en contacto con la superficie y se proceda a determinar la factibilidad de producción y el tipo de fluidos.

Igualmente, se realizarán actividades encaminadas al mantenimiento de los equipos que se utilizarán durante las pruebas extensas y que se instalarán en las facilidades tempranas de producción.

En el caso que se generen problemas con la bomba de fondo se realizará un reacondicionamiento del pozo (workover), con el fin de realizar el arreglo o el cambio de la bomba.

#### • **Los requerimientos de recursos naturales demandados en esta etapa**

Durante las pruebas cortas y extensas de producción los recursos naturales a aprovechar, o utilizar son el recurso agua (para captación y vertimiento) y recurso aire.

Recurso hídrico – captación: Durante las pruebas de producción se requerirá la captación de agua para uso industrial (trabajos de pozo, mantenimiento y refrigeración de equipos); para esto se plantea que el agua requerida se capte del río Mandúr, en el mismo punto propuesto para las etapas de las obras civiles y perforación y/o se compre al acueducto del municipio de Puerto Guzmán.

Recurso hídrico – vertimiento: En caso de que se genere agua de producción durante las pruebas extensas, ésta se almacenará en fracktanks, tanques portátiles o piscinas y se les realizará un tratamiento previo antes de su vertimiento sobre el río Mandúr, riego por aspersión sobre las vías a utilizar durante el proyecto, previo acuerdo con la comunidad o disposición sobre un campo de aspersión.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-126 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

**Recurso aire:** Las emisiones de gas estarán representadas por la quema de fluidos gaseosos en la tea que se proyecta construir dentro de las facilidades de producción, la cual deberá cumplir con todos los requisitos establecidos dentro de la normatividad ambiental.

Otro tipo de emisiones serán las emitidas por los carrotanques durante el transporte de crudo y por los generadores que se instalen durante la etapa de pruebas de producción, de tal forma que se deberán desarrollar programas de mantenimiento e inspección periódica de los vehículos y equipos utilizados con el fin de minimizar el volumen de emisión de gases.

- **Generación y manejo de residuos**

La generación de residuos sólidos domésticos es similar a los generados durante la perforación pero en una menor cantidad ya que el personal que laborará durante las pruebas de producción es considerablemente menor. El tratamiento y manejo de los residuos sólidos domésticos generados durante las pruebas de producción es el siguiente:

**Tabla 2-48. Tratamiento y disposición de residuos sólidos domésticos durante la etapa de pruebas de producción**

| TIPO DE RESIDUOS                                   | SEGREGACIÓN                                              | DISPOSICIÓN FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Residuos Orgánicos</b>                          |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca Negra                               | Son los desechos de comida y orgánicos                   | Estos residuos se dispondrán en alguno de los rellenos sanitarios del área y que cuentan con permiso para su funcionamiento (ver Tabla 2-37) También podrán ser donados a la comunidad para el levantamiento de especies menores teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 2341 del 23 agosto del 2007 expedida por el ICA. |
| <b>Residuos No reciclables / no biodegradables</b> |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca amarilla                            | Residuos inertes                                         | Estos residuos serán llevados a algunos de los rellenos sanitarios cuente con los respectivos permisos ambientales para su operación (ver Tabla 2-37).                                                                                                                                                                               |
| <b>Residuos Reciclables</b>                        |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa o caneca Verde                               | Papel, cartón, vidrio, aluminio, algunos plásticos, etc. | Se almacenarán temporalmente en la caseta de almacenamiento de los residuos de la plataforma, para posteriormente ser comercializados con cooperativas de reciclaje de la zona (ver Tabla 2-37).                                                                                                                                     |
| <b>Residuos especiales</b>                         |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bolsa roja                                         | Residuos de enfermería o impregnados de sustancias       | En caso de generarse, estos residuos serán almacenados en bolsas rojas, para posteriormente trasladarlos a los                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

| TIPO DE RESIDUOS | SEGREGACIÓN   | DISPOSICIÓN FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | contaminantes | departamentos vecinos de Nariño o Huila, los cuales cuentan con empresas de servicio especial de aseo de residuos hospitalarios que se encuentren autorizados, ya que en el departamento del Putumayo no existe una empresa especializada para tratar esta clase de residuos (ver Tabla 2-37). |

Respecto a los residuos sólidos industriales, el tratamiento y manejo de éstos será el siguiente, teniendo en cuenta que se tendrán los mismos lineamientos establecidos para la etapa de perforación:

- La chatarra, madera, bolsas de cemento, sacos usados como empaque de químicos y papel y cartón no contaminado: en una caneca se almacenarán la chatarra y madera y en otra las bolsas, sacos, papel y cartón no contaminados. Estos residuos se comercializarán con las cooperativas de reciclaje de la región.
- Los residuos impregnados con hidrocarburo serán almacenados en una caneca de color Gris y tratados por medio de una empresa especializada en este tipo de residuos y que cuente con los permisos requeridos para tal fin.
- Las canecas vacías: se apilarán temporalmente en la caseta de residuos y se entregarán a terceros para su reutilización. Las canecas también podrán reutilizarse para el almacenamiento de residuos en el mismo pozo; no se podrán regalar a la comunidad.
- Suelos contaminados con hidrocarburo: Los residuos de suelo impregnados con aceite o hidrocarburos serán almacenados en sacos, para luego ser entregados a empresas especializadas en el manejo de este tipo de residuos y que cuenten con los permisos ambientales requeridos para tal fin.

Como al momento de finalizar la perforación, la Red Fox se retira del área, se instalarán baños portátiles para el personal que laborará durante el tiempo que duren las pruebas de producción o se construirán baterías sanitarias con sistema séptico e infiltración en el terreno de las aguas residuales domésticas.

Las salmueras, podrán ser almacenadas de forma temporal para utilizarlas en las pruebas de producción de futuros pozos. Cuando ya no sea posible reutilizarlas, se entregarán a una empresa que cuente con los debidos permisos ambientales para el manejo de este tipo de residuos.

Otro tipo de residuos posiblemente generados durante las pruebas de producción serán las emisiones gaseosas de hidrocarburos, las cuales se manejarán a través de la quema esporádica en una tea que permita su completa combustión, siguiendo los parámetros de construcción y ambientales establecidos en el Decreto 0909 de 2008.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-128 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                                                 |                              |                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                              |                    |  |
|                                                                                   | <p>Cap 2: Descripción de las actividades</p>                                                                    | <p>C&amp;MA-PTN-AMB-1110</p> | <p>Revisión: 0</p> |                                                                                     |

➤ **Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad**

El desmantelamiento de instalaciones y equipos consiste básicamente en el retiro de las estructuras temporales y portátiles utilizadas durante la perforación, tales como: estructura del taladro, equipo de control de sólidos, tanques portátiles para la preparación de lodos, campamentos, unidad de “Dewatering”, unidades de registros, etc.

En caso de que el pozo NO haya resultado productor y se abandone el pozo, se demolerán todas las estructuras de concreto tales como cunetas y trampas de grasas. Las trampas de grasas fijas se limpian y se evacua el contenido de los drenajes para posteriormente sellarlos. Las trampas, en caso de no ser demolidas, se rellenan con material de excavación. Además, se debe realizar el lavado de las placas donde se ubicaron los equipos. Los residuos líquidos generados durante el lavado de las placas deberán ser conducidos a las piscinas o catch tanks para el debido tratamiento y disposición bajo parámetros de norma.

En caso de que el pozo sea productor, se mantendrán algunas estructuras de concreto. Durante esta etapa se debe garantizar la limpieza periódica del skimmer - desarenador, para evitar su colmatación y posterior contaminación del entorno.

Simultáneamente con el desmantelamiento del taladro, se procede a tratar los residuos industriales tales como cortes de perforación y aguas residuales que hayan surgido de la última fase de la perforación.

El tratamiento de los cortes de perforación es el siguiente:

- Los cortes se retiran de la piscina, se extienden para secado y se mezclan con cal para su deshidratación, y luego se mezclan con el material sobrante de la excavación y se rellena la piscina hasta lograr taparla por completo para finalmente revegetalizar el área.

Con respecto al agua remanente en las piscinas o tanques de tratamiento, se continúa con el tratamiento físico-químico convencional hasta que todas las aguas de la plataforma hayan sido tratadas para ser vertidas de acuerdo a lo establecido en este documento. Finalmente, si se construyó piscina para el tratamiento del agua en la plataforma, ésta se clausura de acuerdo a lo establecido a continuación.

Procedimientos de clausura de piscinas: para la clausura de piscinas (en caso de requerirse) se sigue el procedimiento básico enunciado a continuación:

- Evacuadas las aguas (para Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales - STARI y vertimiento) y los cortes (para extendida, secado y mezcla), se retira la geomembrana. Se debe contemplar el reuso de la geomembrana de acuerdo con su estado, de lo contrario deberá disponerse junto con los residuos contaminados.
- Las piscinas se rellenan con la mezcla de cortes desecados y el material de las excavaciones en proporción 1:1 o mayor de acuerdo con la disponibilidad de

material limpio. Se compacta y se perfila el terreno al nivel de la cota de explanación.

- A continuación, se aplica una capa de material limpio (preferiblemente arcilloso y de 0,2m de espesor) para aislar el material mezclado y luego se cubre con una capa de suelo orgánico procedente del descapote del área de la plataforma.
- Finalmente, se procede a revegetalizar el terreno con pastos o dependiendo de los usos futuros potenciales del terreno se pueden sembrar algunas especies arbóreas de bajo porte que sean nativas del área.
- Toda el área de la plataforma no debe ser revegetalizada, puesto que se debe mantener un área para movilización de equipos en trabajos posteriores.

### 2.2.1.3. Líneas de flujo

Durante la etapa de exploración del área de interés exploratorio Canelo Nogal se podrá requerir la construcción de líneas de flujo para transportar el fluido procedente de los pozos exploratorios, hasta el manifold de recibo de las facilidades tempranas de producción; estas líneas de flujo se tenderán en lo posible paralelas a las vías de acceso a los pozos y las vías internas del área de interés exploratorio, de manera superficial o enterrada.

Teniendo en cuenta que se proyecta construir un máximo de 5 plataformas multipozo y asumiendo que para efectos del cálculo, las líneas de flujo se tenderán paralelas a las vías de acceso a las locaciones, además teniendo en cuenta que la longitud máxima de vía a construir es de 10 Km por plataforma, se estima que la longitud máxima estimada de las líneas de flujo es de 50 Km (5\*10 Km).

Las líneas de flujo irán sobre marcos "H", y/o enterradas; el ancho del corredor del derecho de vía será de 1m ubicado a un lado de las vías existentes y la luz entre apoyos de los marcos "H" será de 10m. Las líneas de flujo serán en tubería de hasta 6" de diámetro y se construirán en tubería de Acero al Carbón Schedule 40, revestida para protección mediante tipo tricapa o podrán ser en polietileno de alta densidad para altas presiones; las especificaciones de la tubería de polietileno se presentan en la Tabla 2-49.

**Tabla 2-49. Especificaciones de la tubería de polietileno de alta densidad**

| ESPECIFICACIÓN      | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código del Producto | TOG49R500                                                                                                                                                           |
| Usage               | Tubería alta presión:<br>Condiciones de servicio:<br>20°C/68°F - 300PSI<br>30°C/86°F - 250PSI<br>40°C/104°F - 200PSI<br>50°C/122°F - 175PSI<br>60°C/140°F - 150PSI. |
| Pipe ID             | 3.290"                                                                                                                                                              |

| ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|----------------|-------------|
| Pipe OD        | 4.330"      |
| Material       | Polietileno |
| Color          | Verde       |

El recubrimiento interno es de color verde como el característico para altas presiones, que para el caso de los presiones de flujo entre cabeza de pozo a las estaciones, es inferior a 300 psi, y aplica para conducir el flujo de cada pozo hasta las facilidades tempranas.

La tubería de polietileno se encuentra en rollos de 150m lo que facilita su instalación ya que el número de pegas es menor comparado con tubería de acero, y se realiza mediante electro-fusión. Puede ir enterrada o sobre marcos H. presenta una ventaja respecto a la tubería de acero y es su facilidad de instalación; no requiere recubrimientos para protección contra corrosión (o protección catódica) en los casos que vaya enterrada.

#### ➤ Las alternativas de trazado, posibles accesos y cruces fluviales

El tendido de la tubería dentro del área de interés exploratorio, se realizará en lo posible paralelo a las vías de acceso a los pozos y las vías existentes, lo que permitirá tender la tubería sin necesidad de construir nuevos accesos.

En caso de que se requiera un trazado diferente, el trazado podrá ser factible siempre y cuando se ciña a los resultados de la zonificación ambiental, y a lo autorizado en la licencia ambiental para la exploración del área de interés.

**Cruce de cuerpos de Agua:** Para el cruce de los cuerpos de agua se presentan como alternativa la realización de cruces aéreos sobre marcos "H" ubicados en las dos orillas del cuerpo de agua a cruzar (ver Figura 2-34) o por el método de zanja abierta para lo cual se realizarán las obras de protección apropiadas que garanticen la estabilidad de la obra y la mínima afectación al medio ambiente.

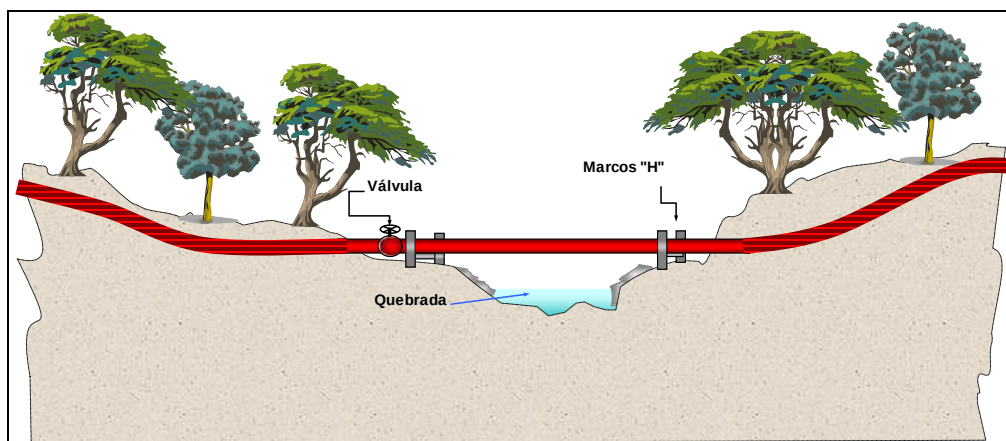


**Figura 2-34. Cruces de los cuerpos de agua sobre marcos "H"**

Si el cruce se realiza en forma aérea no se requerirá de permiso para ocupación de cauces y se podrá realizar en cualquier punto del cuerpo de agua que no tenga vegetación; en caso de que el cruce de la línea de flujo por los cuerpos de agua se realice por el método sea a zanja abierta, se deberán utilizar los derechos de vía de las vías existentes o de las nuevas vías a construir.

**Vías de Acceso:** Los cruces de las vías de acceso que son en afirmado (vías Tipo 4) se realizarán a cielo abierto y en tramos, dividiendo el cruce en dos mitades, en el cual se trabajará en una de las mitades, mientras se habilita el tráfico vehicular por el otro.

La construcción de líneas de flujo se realizará respetando los criterios establecidos en las zonificaciones ambiental y de manejo de la actividad, incluidas en este documento.

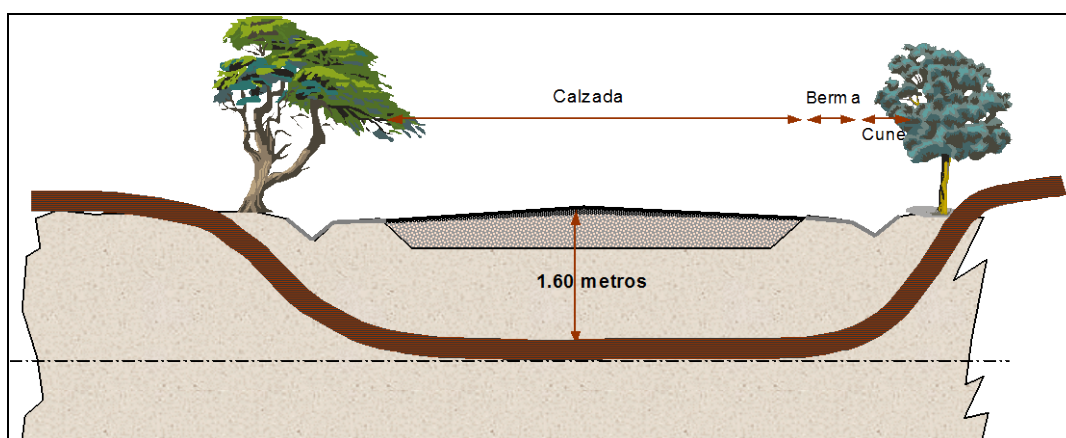


**Figura 2-35. Cruce por las vías de acceso**

➤ **Los métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras)**

Los métodos constructivos estarán representados por la ejecución de un levantamiento topográfico de la línea, seguido de la adecuación del terreno la cual consistirá básicamente en el descapote del derecho de vía en los puntos donde se ubicarán los marcos "H".

Una vez se ha delimitado y se ha señalado el derecho de vía mediante estacas, se procederá al tendido, doblado, pegado de tubería y realización de la prueba hidrostática, que será el procedimiento que someterá la línea a una presión superior a su presión de operación y garantizará la calidad del trabajo y la seguridad de la operación y puesta en marcha del sistema. Las líneas de flujo, dependiendo de los resultados que se obtengan durante la perforación, pueden transportar agua, gas y/o crudo; el derecho de vía podría ser de 6 a 10 m de ancho, en tanto que el diámetro de las tuberías podría variar entre 4 y 6". Las líneas irán enterradas y en los cruces de corrientes superficiales, la línea se podrá colocar sobre marcos "H". El proceso constructivo previsto es el siguiente:

- **Replanteo Topográfico y Localización**

Esta labor se refiere a la demarcación del ancho del corredor preliminar a la intervención del terreno, y a la señalización del eje de la tubería y puntos de interés (vías, cruces de corrientes de agua), basados en los planos de diseño y en los mapas topográficos. El eje del alineamiento proyectado y los hombros del corredor se materializarán mediante la colocación de estacas cada 50m en promedio; de igual forma se debe establecer el abscisado de la línea cada 100 metros en promedio. Se señalarán igualmente las zonas que se utilizarán para acopio provisional de las tuberías y materiales de construcción.

- **Apertura y Adecuación del Derecho de Vía**

La apertura del derecho de vía, comprende la adecuación del corredor para el tránsito de la maquinaria y la realización de los trabajos de instalación de las tuberías, previa construcción de las obras de geotecnia preventivas. El material de corte y descapote extraído de esta labor, se acopiará temporalmente y en forma separada a un lado del derecho de vía.

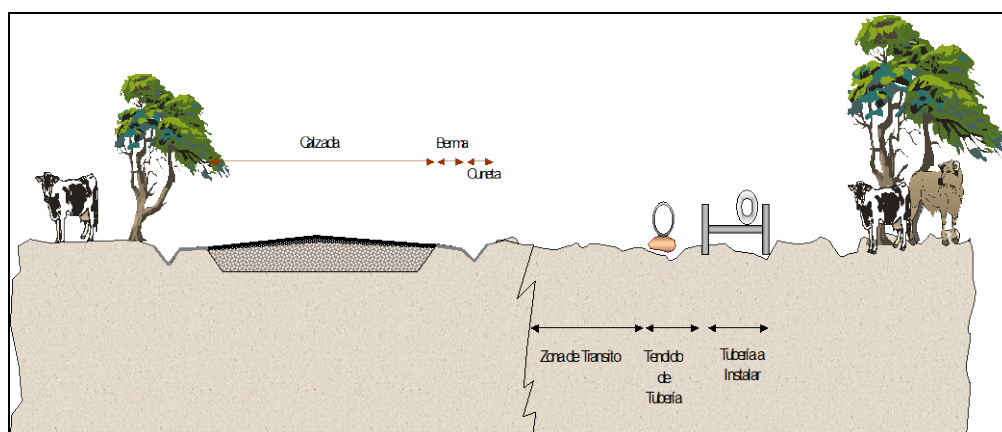


**Figura 2-36. Adecuación del derecho de vía**

- **Apertura de Zanja**

En donde se requiera, se procederá a la apertura de la zanja a lo largo del derecho de vía. Esta zanja, donde se alojará la tubería, deberá tener la profundidad y amplitud adecuadas de acuerdo con el diámetro del tubo para asegurar la debida protección a la línea y evitar daños a su recubrimiento durante el bajado.

Dependiendo de variables como: tipo de suelo, nivel freático, topografía, entre otros, la zanja tendrá una profundidad aproximada de 1,2m.

El fondo de la zanja no deberá tener basura, ni materiales ajenos que generen concentración de carga sobre el revestimiento de la tubería pues deberá permitir un apoyo uniforme sin forzamiento del tubo.

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Los residuos generados durante la apertura de la zanja, tal como el material de corte, serán dispuestos en forma adecuada evitando que se mezclen con el material orgánico removido a lo largo del derecho de vía.

- **Tendido de las Tuberías**

Una vez que el derecho de vía haya sido conformado, se realizará el tendido de las tuberías, trasladándola desde los sitios de acopio (el cual se realizará en el área de la plataforma de cada pozo), para su posterior tendido a lo largo del derecho de vía. En la medida de lo posible, las tuberías estarán apoyadas sobre polines de madera o sacos de fique o de polipropileno rellenos de suelo generado durante el movimiento de tierras para la apertura y conformación del derecho de vía. Las tuberías estarán dispuestas de tal manera que permita la circulación de vehículos y maquinaria de la obra.

- **Alistamiento de las Tuberías**

Doblado, Alineación y Soldadura: Para acomodar la tubería a los cambios de dirección establecidos en el alineamiento o a los cambios topográficos, la comisión de topografía determinará el grado de curvatura para cada tubo. El doblado de la tubería se realiza mediante el empleo de una máquina dobladora. El procedimiento de doblado evitará arrugamientos o deformaciones que afecten los espesores requeridos.

Previo al proceso de soldadura de las tuberías, se realizará una inspección, reparación y limpieza de los extremos biselados, para continuar con el procedimiento de alineación, en el que se utilizarán grapas alineadoras y herramientas que faciliten la separación adecuada para la soldadura.

Finalizada la soldadura, se realiza una inspección visual del cordón de soldadura para verificar el grado de penetración y acabado de la misma, y una inspección mediante prueba radiográfica o de ultrasonido con equipo portátil. Se efectuará el control radiográfico o por ultrasonido del 30% de las pegas soldadas en línea regular, en tanto que en el cruce de corrientes de agua la inspección se hará al 100% de las pegas. En el evento de detectarse fallas se procederá a reparar o reemplazar las pegas que se encuentren defectuosas.

El control radiográfico será realizado por personal especializado que se encargará del manejo de los equipos y materiales utilizados. Durante la ejecución de la labor se seguirán las medidas de seguridad establecidas para garantizar un desarrollo normal de la misma.

Limpieza y revestimiento de Juntas. Inspección de la Lingada: Terminadas y verificadas radiográficamente las pegas o soldaduras de juntas, se procede su limpieza superficial de la cual se retira todo tipo de impurezas corrosivas, para luego resguardarla contra la acción del óxido, por medio de recubrimiento anticorrosivo. Finalmente, se efectúa la inspección de la lingada con equipo especial (holliday detector), para detección de posibles puntos de falla del revestimiento de las tuberías y su reparación.

Protección Catódica: Consiste en suministrar una carga eléctrica al suelo cercano a la tubería con el fin de eliminar la diferencia de potencial entre la tubería enterrada y el medio circundante. Esto se logra mediante la inyección de corriente continua al suelo

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-134 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                                                 |                              |                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                              |                    |  |
|                                                                                   | <p>Cap 2: Descripción de las actividades</p>                                                                    | <p>C&amp;MA-PTN-AMB-1110</p> | <p>Revisión: 0</p> |                                                                                     |

(aproximadamente 1,5V utilizando ánodos de material de alta conductividad, normalmente coke, o por medio de ánodos de sacrificio que funcionan como baterías y normalmente son de ferrosilicio). También se puede utilizar el sistema de inyección de corriente continua a la tubería, por medio de transformadores/rectificadores de corriente.

Prueba Hidrostática y/o Neumática: Para efectuar un control de la estanqueidad de las líneas, se lleva a cabo una prueba a presiones superiores a la presión de operación durante un periodo no inferior a 12 horas, de manera que se someta al sistema a un esfuerzo superior al de trabajo, sin superar los esfuerzos del material.

Respecto a la prueba hidrostática, comprende las siguientes actividades:

- ✓ Llenado, venteo y presurizado hasta alcanzar el 20% de la presión de prueba.
- ✓ Se mantiene esta presión por un lapso de 1 hora para detectar posibles fugas, si las hay, se baja la presión a cero y se corrigen las fugas.
- ✓ Se eleva la presión al 50% de la presión de prueba, y se mantiene dicha presión por el lapso de una hora (prueba de estanqueidad).
- ✓ Se sube la presión al 90% de la presión de prueba y se mantiene por un lapso de media hora.
- ✓ Finalmente se sube la presión al 100% de la presión de prueba y se mantiene por un lapso no inferior a 12 horas.

La prueba neumática se efectúa mediante aire a presión, midiendo la hermeticidad basado en el cambio de presiones.

#### • **Bajado de la Tubería y Tapado de la Zanja**

Cuando se requiera enterrar la tubería, una vez adecuada la zanja, se procederá al bajado de manera gradual y uniforme de la tubería, para que se distribuya su peso de manera uniforme y se reduzcan hasta el mínimo los esfuerzos secundarios sobre ésta, evitando daños en la línea y en su recubrimiento. La tubería revestida deberá bajarse a la zanja inmediatamente después de haber sido inspeccionado el revestimiento, con el fin de localizar discontinuidades y reparchar o reparar los defectos.

#### ➤ **Instalaciones de apoyo**

No se requerirá de la instalación de campamentos en el área para la construcción de las líneas de flujo; los campamentos para el personal técnico se instalarán en Puerto Guzmán u otro municipio cercano y el personal obrero será contratado en estos sitios y pernoctará en sus respectivas viviendas.

El almacenamiento de tubería se podrá realizar en el área de cada pozo exploratorio.

#### ➤ **Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.**

Los asentamientos humanos y la infraestructura social, económica y cultural a intervenir es la misma descrita en el ítem 2.2.2.1 del presente capítulo.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-135 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

➤ **Generación, manejo, tratamiento y disposición de residuos**

Los residuos que se generarán durante la construcción de las líneas de flujo serán esencialmente industriales, dado que no se construirán campamentos temporales para el personal que realizará el montaje de las líneas de flujo. Sin embargo los residuos domésticos que se puedan generar en los frentes de trabajo, por sobrantes de alimentos, se manejarán de forma similar a la descrita en las obras civiles.

Durante las operaciones en los frentes de trabajo en campo, todos los residuos serán recolectados y clasificados en las áreas de trabajo para su posterior transporte a los lugares de disposición final (ver Tabla 2-50).

**Tabla 2-50. Manejo y generación de residuos durante la construcción de las líneas de flujo**

| Sitio de Generación                                        | Descripción del Residuo                                                    | Alternativas de disposición                  |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Frentes de Trabajo, Talleres y sitios de acopio de tubería | Retales metálicos<br>Colillas de soldadura<br>Repuestos usados limpios     | Reutilización<br>Reciclaje                   |
|                                                            | Repuestos usados impregnados con aceites                                   | Entrega a terceros autorizados               |
|                                                            | Los residuos impregnados de aceite, hidrocarburos y materiales inflamables | Entrega a terceros autorizados               |
|                                                            | Madera limpia                                                              | Reutilización y Reciclaje                    |
|                                                            | Cartón, papel, estopas impregnados de aceite                               | Entrega a terceros legalizados               |
|                                                            | Material Radiográfico                                                      | Encapsulamiento<br>Neutralización y filtrado |

Fuente: C&MA LTDA

➤ **Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra**

Los equipos requeridos durante la construcción de las líneas de flujo son principalmente para el levantamiento de la tubería, doblado del tubo, equipo para corte de tubería y equipo de soldadura, entre otros. Los equipos a utilizar estarán representados por los siguientes:

- Camabaja
- Grúa
- Equipos de topografía
- Motosoldador
- Pulidoras
- Cortadora de tubos
- Dobladora de tubos
- Saibol
- Vehículos camperos
- Herramientas menores

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

Durante el tendido de las líneas de producción de los pozos exploratorios se requerirá del siguiente personal para cada tramo:

- 1 Ingeniero de campo
- 2 Soldadores API
- 2 Ayudantes de soldadura
- 1 Operador de grúa
- Obreros

#### ➤ **Estimativos de la demanda de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales**

Los recursos naturales a ser aprovechados durante el desarrollo de la etapa de instalación de las líneas de flujo son el suelo, el agua y la vegetación. Se realizará un desmonte sobre el derecho de vía de la línea de flujo y el material resultante será aprovechado en las obras de revegetalización.

El aprovechamiento del recurso hídrico para las pruebas hidrostáticas se realizará de los puntos autorizados en la licencia ambiental del área de interés exploratorio Canelo Nogal.

El material de arrastre o cantera que se requiere para la fabricación del concreto que se utilizará para la cimentación de los marcos “H”, se comprará a terceros que estén legalizados en la zona.

#### ➤ **Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por actividad**

Terminada la instalación de la línea de flujo se procederá a realizar la limpieza final durante la cual se recogen y retiran del derecho de vía, los residuos como colillas de soldadura, residuos de tubería, pintura trapos, etc., procediendo luego a su disposición final adecuada a la naturaleza de los mismos.

Finalmente, se utilizará el material de descapote almacenado temporalmente en el derecho de vía para revegetalizar el área intervenida durante el montaje de las líneas de flujo.

### **2.2.3 Abandono y Restauración Final**

El abandono técnico del área se realizará en caso de que PETRONOVA Colombia decida no continuar con las actividades de exploración ya sea porque el primer pozo resultó no productor o por problemas mecánicos.

Todos los procedimientos de abandono y restauración se desarrollarán teniendo en cuenta la Resolución 18-1495 de 2009 del Ministerio de Minas y Energía, donde se establecen las estrategias para el abandono y desmantelamiento de pozos y la Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas a partir del manejo de la vegetación del MAVDT y con lo propuesto en el Plan de Abandono y Restauración Final presentado en el capítulo 10 del presente Estudio.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-137 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                         |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br><b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                   | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

En caso de que se decida abandonar el pozo, se realizará la instalación de un sello de subsuelo con tapones de cemento y la instalación de una placa de abandono en superficie en donde se consignarán los datos básicos del pozo como: coordenadas, fechas de inicio y terminación de actividades, profundidad, entre otras.

Para el abandono del área de cada pozo exploratorio, se realizará el retiro de la maquinaria y el desmantelamiento de todos los equipos, y facilidades instaladas durante las actividades de perforación, así como la demolición de todas las estructuras civiles y la restauración paisajística del área utilizada. Dependiendo del uso del suelo, las zonas afectadas deberán ser revegetalizadas con especies herbáceas o arbóreas propias de la región.

El proceso de desmantelamiento se inicia con el desarme y retiro de los equipos y tuberías de perforación, equipos auxiliares como el del control de sólidos, bombas de lodos, bodegas, campamentos o contenedores de oficinas y talleres.

Posteriormente se realiza el lavado de zonas duras, principalmente donde se localizaron los equipos y el taladro. Los residuos de lavado se conducirán a los tanques de tratamiento o las piscinas para su posterior tratamiento y debida disposición sobre los puntos de vertimiento establecidos.

Las estructuras en tierra, cemento o concreto, tales como cunetas, trampas de grasas y desarenadores se desmantelarán y demolerán. Los residuos orgánicos acumulados en ellas se podrán mezclar con el material de clausura y relleno de las excavaciones de las unidades de tratamiento. Los residuos de cemento o concreto podrán ser dispuestos finalmente en una escombrera que cuente con los permisos y autorizaciones ambientales necesarios para el desarrollo de la actividad.

El abandono físico que hace referencia al retiro de herramientas de subsuelo, taponamiento del pozo y abandono definitivo. Para este proceso, el Ministerio de Minas y Energía en el capítulo III del título III (taponamiento y abandono de pozos) de la resolución 18 1495 del 2009 incluye las siguientes medidas a tener en cuenta:

- ✓ Cuando se haya perforado un pozo que resulte seco o por problemas mecánicos haya de abandonarse, será taponado y desmantelado inmediatamente, en cuyo caso, previa la realización de estas actividades, se debe actualizar y obtener aprobación del Ministerio de Minas y energía del nuevo programa abandonado. Igual procedimiento deberá seguirse en el evento en que un pozo permanezca inactivo por más de seis (6) meses sin justificación.
- ✓ En caso de que el Ministerio de Minas y Energía ordene el taponamiento y abandono inmediato del pozo en el evento de considerarlo técnicamente necesario, el contratista debe diligenciar los respectivos formularios de terminación oficial e informe de taponamiento y abandono, siguiendo los formatos establecidos por este ministerio.
- ✓ Antes de iniciar los trabajos de abandono de un pozo oficialmente terminado, se solicitará permiso por escrito al Ministerio de Minas y Energía diligenciando el respectivo formulario para permiso de trabajos posteriores a la terminación oficial.

|                      |                    |                         |              |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| Elaborado por: N.R.D | Revisado por: C&MA | Aprobado por: PETRONOVA | Página 2-138 |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------|

|                                                                                   |                                                                                                                 |                   |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b><br/> <b>ÁREA DE INTERÉS EXPLORATORIO CANELO NOGAL</b></p> |                   |             |  |
|                                                                                   | Cap 2: Descripción de las actividades                                                                           | C&MA-PTN-AMB-1110 | Revisión: 0 |                                                                                     |

- ✓ Cuando se hayan encontrado cuerpos de agua dulce y tenga que abandonarse el pozo, los trabajos se ejecutarán en condiciones de terminación que permitan su utilización futura como pozo de agua.

Los residuos sólidos generados durante la etapa de desmantelamiento, serán clasificados y almacenados temporalmente según la naturaleza de los mismos y la clasificación establecida en el presente capítulo, de forma que toda el área intervenida quede totalmente limpia y lista para su restauración final. La disposición final de los residuos sólidos seguirá las directrices señaladas anteriormente en el ítem correspondiente a manejo de residuos.

Una vez retirados los equipos y realizada la limpieza del área, se procederá a esparcir el material proveniente del descapote en las zonas a revegetalizar para mejorar las condiciones del suelo. De ser necesario, se escarificará el suelo compactado por el paso de vehículos pesados y se utilizará un biomanto (material degradable) anclado al suelo mediante estacas para sostener la semilla y mantener la humedad del suelo.

La revegetalización se realizará preferiblemente al inicio de la temporada de lluvias para lograr un mejor suministro de agua, especialmente en las primeras fases de su desarrollo. En caso contrario, se deberá realizar riego por aspersión 2 o 3 veces por semana hasta obtener un buen desarrollo del material.

Si por el contrario, se decide continuar con la etapa de pruebas extensas de producción, se restaurarán las áreas intervenidas que no se requieran para actividades futuras; igualmente, se construirá el cerramiento del área que quedará en operación y la plataforma se dejará limpia y libre de equipos que no estén en uso, para que puedan entrar los equipos para otros trabajos en el pozo.

Dependiendo del potencial de producción del pozo y de las estrategias de realización de las pruebas, se instalará el sistema de levantamiento artificial que se determine.