

TABLA DE CONTENIDO

3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
3.1	LOCALIZACIÓN	8
3.2	CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	11
3.2.1	Infraestructura existente en el APE COR-15	15
3.2.1.1	Actividad Petrolera en la Zona	15
3.2.1.2	Actividad Minera	15
3.2.1.3	Coexistencia de los Proyectos (Artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015)	20
3.2.1.4	Vías de Acceso Existentes	20
3.2.2	Fases y Actividades del Proyecto	26
3.2.2.1	Fase Previa	26
3.2.2.2	Fase Constructiva	27
3.2.2.3	Fase de Perforación	27
3.2.2.4	Fase Pruebas de Producción	28
3.2.2.5	Fase de Desmantelamiento, Abandono y Restauración	28
3.2.2.6	Perforación de Pozos	97
3.2.3	Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación	98
3.2.4	Equipos y Procedimientos De Seguridad para Arremetidas de Pozo	100
3.2.5	Conjunto de Preventoras de Reventones	101
3.2.6	Acumulador y Estrangulador	104
3.2.7	Quemadero	105
3.3	Diseño de Pozos Exploratorios	106
3.3.1	Diseño mecánico de los pozos	106
3.3.2	Insumos del Proyecto y Fuentes de Energía	107
3.3.3	Productos químicos usados durante la perforación	111
3.3.4	Consumo de agua	114
3.4	Pruebas Cortas de Producción	114
3.4.1	Registros	114
3.4.2	Limpieza del Pozo	116
3.4.3	Cañoneo	117
3.4.4	Pruebas cortas de producción y equipos	118
3.4.5	Volúmenes aproximados de desechos	122
3.4.6	Disposición de Cortes de Perforación	123
3.4.7	Disposición de fluidos de perforación	124

3.5	Abandono Y Restauración Final.....	126
3.5.1	Finalizadas las pruebas cortas de producción	126
3.5.2	Pruebas extensas de producción	127
3.6	Pruebas Extensas de Producción	128
3.7	Facilidades Tempranas De Producción (EPF) – Pruebas Extensas	128
3.8	Equipos en Facilidades Tempranas de Producción	129
3.9	Descripción del Proceso.....	130
3.10	Agua de producción.....	132
3.11	Producción de Gas	134
3.12	Tea de producción.....	134
3.13	Procesamiento del gas.....	136
3.14	Deshidratación de Petróleo	138
3.15	Transporte de Fluidos de Producción	139
3.15.1	Transporte de fluidos de producción	139
3.15.2	Transporte al exterior del APE COR-15.....	146
3.15.3	Residuos Sólidos y Peligrosos	149
3.16	Estimación De Tiempos Para Operaciones De Perforación	149
3.17	Personal Requerido.....	150
3.18	Caracterización de Ruido, Luz y Emisiones Atmosféricas.....	150
3.18.1	Costos del Proyecto	152
3.18.2	Cronograma del proyecto.....	153
3.18.3	Organización del proyecto.....	155

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES APE COR-15	9
TABLA 3-2 ETAPAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15.....	13
TABLA 3-3 PROYECTOS DE HIDROCARBUROS ASIGNADOS POR LA ANH QUE SE ENCUENTRAN EN INMEDIACIONES DEL BLOQUE E&P COR-15.....	15
TABLA 3-4 LISTADO DE TÍTULO MINERO Y SU ESTATUS.....	16
TABLA 3-5 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS POR TIPO DE VÍA INVIAS.....	21
TABLA 3-6 INFRAESTRUCTURA POR TIPO EN CADA MUNICIPIO	25
TABLA 3-7 VÍAS DE ACCESO A EMPLEAR EN LA PERFORACIÓN EXPLORATORIA	28
TABLA 3-8 INFORMACIÓN Vía 2.1.....	39
TABLA 3-9 INFORMACIÓN Vía 2.2.....	43
TABLA 3-10 INFORMACIÓN Vía 3.....	46
TABLA 3-11 INFORMACIÓN Vía 4.1.....	47
TABLA 3-12 INFORMACIÓN Vía 4.2.....	50
TABLA 3-13 INFORMACIÓN Vía 5.....	52
TABLA 3-14 INFORMACIÓN Vía 6.....	55
TABLA 3-15 INFORMACIÓN Vía 7.....	57
TABLA 3-16 INFORMACIÓN Vía 8.....	60
TABLA 3-17 INFORMACIÓN Vía 9.....	62
TABLA 3-18 INFORMACIÓN Vía 10.....	64
TABLA 3-19 VÍAS EXISTENTES A ADECUAR.....	71
TABLA 3-20 MOVIMIENTOS DE TIERRA POR KILÓMETRO DE VÍA EXISTENTE A ADECUAR	72
TABLA 3-21 SITIOS PROPUESTOS DE OCUPACIÓN DE CAUCES	75
TABLA 3-22 VÍAS A CONSTRUIR.....	78
TABLA 3-23 MOVIMIENTOS DE TIERRA POR KILÓMETRO DE VÍA NUEVA A CONSTRUIR.....	78
TABLA 3-24 ELEMENTOS O ÁREAS PRINCIPALES QUE DEBEN EXISTIR EN UNA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN CONVENCIONAL	86
TABLA 3-25 MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA.....	93
TABLA 3-26 FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	94
TABLA 3-27 ÁREA DE INTERVENCIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL APE COR-15	94
TABLA 3-28 MANEJO DE RESIDUOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA.....	95
TABLA 3-29 ESTIMATIVO DE PERSONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CADA LOCACIÓN, FACILIDADES, ESTACIONES Y VÍAS DE ACCESO.....	96
TABLA 3-30 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS PARA LA PERFORACIÓN.....	98
TABLA 3-31 FASES MECÁNICAS CONVENCIONALES EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DE PETRÓLEO Y GAS	107
TABLA 3-32 DISEÑO MECÁNICO Y OBJETIVOS DE UN POZO TIPO PARA EL APE COR-15.....	108
TABLA 3-33 PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO DE 9 5/8" QUE SE USARÍA PARA PERFORACIÓN DE POZOS	109
TABLA 3-34 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO DEPENDIENDO DEL GRADO DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO	110
TABLA 3-35 CANTIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS USADOS PARA LA PREPARACIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN EN POZOS TIPO PARA EL APE COR-15.....	112
TABLA 3-36 ESTIMADO DE CONSUMOS DE AGUA PARA ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN DEL APE COR-15	114
TABLA 3-37 DIMENSIONES APROXIMADAS PARA SEPARADOR TRIFÁSICO	120
TABLA 3-38 CANTIDADES DE PRODUCTOS DE DESECHO DURANTE LA ETAPA DE PERFORACIÓN	123
TABLA 3-39 OPCIONES DE DISPOSICIÓN DE CORTES PARA POZOS TIPO EN EL APE COR-15	123
TABLA 3-40 PRINCIPALES PRODUCTOS Y CANTIDADES USADAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN POZO	124
TABLA 3-41 CAUDALES ESPERADOS DE PRODUCCIÓN EN EL APE COR-15	131
TABLA 3-42 PROPIEDADES DEL CRUDO A PRODUCIRSE EN APE COR-15	132

TABLA 3-43 TAMAÑO DE EQUIPOS PARA SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PRODUCCIÓN.....	133
TABLA 3-44 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONFORMACIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO	139
TABLA 3-45 MAQUINARIA Y EQUIPO EN CADA FRENTE DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA	144
TABLA 3-46 PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA.....	145
TABLA 3-47 RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS DURANTE INSTALACIÓN DE LÍNEAS	145
TABLA 3-48 NIVELES DE PRESIÓN DE RUIDO EN LA PLATAFORMA DE PRODUCCIÓN.....	148
TABLA 3-49 EQUIPOS GENERADORES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DURANTE PRODUCCIÓN	148
TABLA 3-50 ESTIMADO DE CONSUMOS DE AGUA PARA ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN DEL APE COR-15	149
TABLA 3-51 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	149
TABLA 3-52 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES	149
TABLA 3-53 ESTIMACIÓN DE TIEMPOS PARA LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN	149
TABLA 3-54 PERSONAL REQUERIDO PARA ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN	150
TABLA 3-55 NIVELES DE PRESIÓN DE RUIDO EN LA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN	150
TABLA 3-56 EQUIPOS GENERADORES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DURANTE PERFORACIÓN.....	152
TABLA 3-57 COSTO TOTAL POR CADA POZO DESARROLLADO EN EL ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15	152
TABLA 3-58 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3-1 LOCALIZACIÓN GENERAL ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA (APE) COR-15.....	8
FIGURA 3-2 CONTRATO E&P COR-15 Y ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA COR-15	9
FIGURA 3-3 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DE LAS UNIDADES TERRITORIALES MENORES (VEREDAS) Y MAYORES (MUNICIPIOS QUE SE UBICAN DENTRO DEL APE COR-15.....	11
FIGURA 3-4 UBICACIÓN DEL BLOQUE DE E&P COR 15	15
FIGURA 3-5 TÍTULOS MINEROS VIGENTES AL INTERIOR DEL APE COR-15	20
FIGURA 3-6 DISTRIBUCIÓN DE LAS VÍAS EN EL APE COR-15 SEGÚN INVIAS	22
FIGURA 3-7 TPD PARA LOS TRAMOS SOGAMOSO – PUENTE BLANCO (REYES) Y PUENTE BLANCO (REYES) – CORRALES -TASCO.....	24
FIGURA 3-8 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA ASOCIADA A LAS VÍAS.....	25
FIGURA 3-9 VÍAS DE ACCESO Y TRÁNSITO EN EL APE COR-15	30
FIGURA 3-10 Vía 1	31
FIGURA 3-11 SECCIÓN TÍPICA Y ESTRUCTURA DE VÍA PAVIMENTADA	32
FIGURA 3-12 Vía 1.1	33
FIGURA 3-13 Vía 1.2	35
FIGURA 3-14 Vía 2.1	37
FIGURA 3-15 Vía 2.2	41
FIGURA 3-16 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 2.2.....	42
FIGURA 3-17 Vía 3	44
FIGURA 3-18 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 3.....	45
FIGURA 3-19 Vía 4.1	46
FIGURA 3-20 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 4.1.....	47
FIGURA 3-21 Vía 4.2	49
FIGURA 3-22 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 4.2.....	50
FIGURA 3-23 Vía 5	51
FIGURA 3-24 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 5.....	52
FIGURA 3-25 Vía 6	54
FIGURA 3-26 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 6.....	55
FIGURA 3-27 Vía 7	56
FIGURA 3-28 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 7.....	57
FIGURA 3-29 Vía 8	59
FIGURA 3-30 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 8.....	60

FIGURA 3-31 VÍA 9	61
FIGURA 3-32 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 9	62
FIGURA 3-33 VÍA 10	63
FIGURA 3-34 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 10	64
FIGURA 3-35 VÍA 11	65
FIGURA 3-36 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 11	66
FIGURA 3-37 VÍA 12	66
FIGURA 3-38 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 12	67
FIGURA 3-39 VÍA 13	68
FIGURA 3-40 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 13	69
FIGURA 3-41 VÍA 14	69
FIGURA 3-42 SITUACIÓN ACTUAL DEL INICIO Y FINAL DE LA VÍA 14	70
FIGURA 3-43 SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA	72
FIGURA 3-44 DISEÑO TIPO DE ZODME	81
FIGURA 3-45 DISEÑO TIPO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y DE ARTE A CONSTRUIR	83
FIGURA 3-46 DISEÑOS TÍPICOS DE GAVIONES	84
FIGURA 3-47 DISEÑO TIPO DE UN DREN FRANCÉS	85
FIGURA 3-48 PISCINAS TIPO	90
FIGURA 3-49 ESQUEMA TIPO DE ALGUNAS DE LAS ESTRUCTURAS EN CONCRETO	91
FIGURA 3-50 OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONCRETO TIPO	92
FIGURA 3-51 ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN PLATAFORMA DE PERFORACIÓN	97
FIGURA 3-52 ESQUEMA DE PRESIÓN DE FORMACIÓN VS PRESIÓN HIDROSTÁTICA DURANTE PERFORACIÓN	100
FIGURA 3-53 CONJUNTO DE PREVENTORAS DE REVENTONES	101
FIGURA 3-54 ESQUEMA DE BOP CON TUBERÍA DE PERFORACIÓN EN SU INTERIOR	102
FIGURA 3-55 TIPOS DE ARIETES PARA BOP	103
FIGURA 3-56 PREVENTOR ANULAR	103
FIGURA 3-57 ACUMULADOR HIDRÁULICO PARA BOP	104
FIGURA 3-58 MÚLTIPLE DE ESTRANGULAMIENTOS Y VÁLVULAS (CHOKE MANIFOLD)	104
FIGURA 3-59 SEPARADOR VERTICAL DE DOS FASES (POOR BOY)	104
FIGURA 3-60 QUEMADERO PARA PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO	105
FIGURA 3-61 DIFERENTES TIPOS DE BROCAS DE PERFORACIÓN (IZQ). MECANISMO DE PERFORACIÓN CON ROTACIÓN Y CIRCULACIÓN	106
FIGURA 3-62 ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN PLATAFORMA DE PERFORACIÓN	108
FIGURA 3-63 ESQUEMA SIMPLIFICADO DE ESTADO MECÁNICO FINAL DEL POZO (IZQ). IMAGEN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO MOSTRANDO EL ESPESOR DE PARED (DER)	109
FIGURA 3-64 ESQUEMA DEL PROCESO DE CEMENTACIÓN DE REVESTIMIENTO	111
FIGURA 3-65 FORMACIÓN DE REVOQUE DURANTE PERFORACIÓN. PARTÍCULAS DE LODO FORMAN UNA CAPA SOBRE LOS POROS DE LA ROCA	113
FIGURA 3-66 EJEMPLO DE REGISTROS ELÉCTRICOS	116
FIGURA 3-67 EJEMPLO DE HERRAMIENTA PARA LIMPIEZA DE POZO	117
FIGURA 3-68 ESQUEMA DE CAÑONEO DE REVESTIMIENTO PARA PRODUCCIÓN	118
FIGURA 3-69 CABEZAL DE POZO	119
FIGURA 3-70 ESQUEMA DE SEPARADOR TRIFÁSICO	120
FIGURA 3-71 MODELO DE TANQUES PORTÁTILES PARA PRODUCCIÓN	121
FIGURA 3-72 MÚLTIPLE DE PRODUCCIÓN	122
FIGURA 3-73 CARROTANQUE MODIFICADO CON FLAUTA DE DESCARGA PARA REALIZAR RIEGO EN VÍAS	124
FIGURA 3-74 CAMPO DE ASPERSIÓN PARA DISPOSICIÓN DE AGUA	125
FIGURA 3-75 PISCINA DE ASPERSIÓN EN TALADRO DE PERFORACIÓN	125
FIGURA 3-76 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA	126
FIGURA 3-77 ESQUEMA DE TAPONES DE ABANDONO PARA POZOS	127
FIGURA 3-78 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS PARA FACILIDADES TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN	129
FIGURA 3-79 TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON DIQUE DE CONTENCIÓN	131

FIGURA 3-80 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PRODUCCIÓN.....	133
FIGURA 3-81 ESQUEMA DEL PROCESO DENTRO DE LAS FACILIDADES DE TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN...	134
FIGURA 3-82 DISEÑO CONCEPTUAL Y EJEMPLO DE UNA TEA EN FUNCIONAMIENTO	135
FIGURA 3-83 DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE GAS Y CONDENSADOS	136
FIGURA 3-84 COMPRESOR DE GAS DE 2 ETAPAS (220 HP)	137
FIGURA 3-85 CAMIÓN PARA TRANSPORTE DE CONDENSADOS.....	137
FIGURA 3-86 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE UN GUN BARREL PARA DESHIDRATACIÓN DE CRUDO.....	138
FIGURA 3-87 TENDIDO DE TUBERÍA.....	140
FIGURA 3-88 DETALLE DE TUBERÍA ENTERRADA	142
FIGURA 3-89 CARGADERO DE CRUDO	147
FIGURA 3-90 CARROTANQUE 200 BBL	147
FIGURA 3-91 VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE DE GAS: CARROTANQUE CISTERNA (IZQ); GASODUCTO VIRTUAL (DER)	148
FIGURA 3-92 EJEMPLO DE ILUMINACIÓN DE TALADRO DE PERFORACIÓN EN LA NOCHE	151
FIGURA 3-93 ESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO APE COR-15.....	155

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 3-1 K0+00	23
FOTOGRAFÍA 3-2 VÍA SOGAMOSO CORRALES.....	23
FOTOGRAFÍA 3-3 PASO A NIVEL FERROCARRIL	23
FOTOGRAFÍA 3-4 PUENTE REYES	23
FOTOGRAFÍA 3-5 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN VÍA PAVIMENTADA SOGAMOSO - TASCO	32
FOTOGRAFÍA 3-6 SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO, A LO LARGO DE LA VÍA SOGAMOSO - TASCO	32
FOTOGRAFÍA 3-7 PONTONES CONSTRUIDOS EN MADERA QUE DEBEN SER REEMPLAZADOS PARA TRÁNSITO DE CARGAS DE TALADRO	34
FOTOGRAFÍA 3-8 VÍA EN AFIRMADO (MATERIAL MUY FINO), CON OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL SIN MANTENIMIENTO	34
FOTOGRAFÍA 3-9 ALCANTARILLAS PARCIALMENTE OBSTRUIDAS POR VEGETACIÓN Y SEDIMENTOS, GENERANDO PÉRDIDA DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA ESTRUCTURA	34
FOTOGRAFÍA 3-10 CAPA DE RODADURAS QUE REQUIERE EN VARIOS TRAMOS LA INSTALACIÓN DE MATERIAL DE AFIRMADO EN LONGITUD TOTAL SUPERIOR A 1.0 KM, CON ESPESOR Y ANCHO VARIABLE	34
FOTOGRAFÍA 3-11 VÍA ANGOSTA CON CAPA DE RODADURA EN ARENA Y ANCHO INFERIOR A 3M	36
FOTOGRAFÍA 3-12 CRUCE EN "U" POR ÁREA URBANA DE CORRALES, A LA DERECHA CONTINÚA VÍA TIPO 4 HACIA BELENCITO Y NOBSA.....	36
FOTOGRAFÍA 3-13 SITIO PROPUESTO PARA CONSTRUCCIÓN DE UNA BAHÍA DE SOBREPASO PARA PERMITIR EL CRUCE DE VEHÍCULOS EN SENTIDO CONTRARIO DURANTE MOVILIZACIÓN Y OPERACIÓN	36
FOTOGRAFÍA 3-14 VÍA DE ACCESO TIPO 4, SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA	36
FOTOGRAFÍA 3-15 INICIO VÍA 2.1 ABCISA: K0+000	38
FOTOGRAFÍA 3-16 FIN VÍA 2.1 ABCISA: K6+290	38
FOTOGRAFÍA 3-17 PUNTO DE INICIO DE VÍA TERCIARIA HACIA CASCO URBANO DE BETÉITIVA	38
FOTOGRAFÍA 3-18 VISTA GENERAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA VÍA TERCIARIA CON MANTENIMIENTO RECIENTE	38
FOTOGRAFÍA 3-19 PUENTE SOBRE EL RÍO CHICAMOCHA: EN BUENAS CONDICIONES, PERO REQUIERE REEMPLAZO DE BARANDAS PARA PASO DE CARGAS.....	38
FOTOGRAFÍA 3-20 OBRAS DE MANTENIMIENTO A LO LARGO DE ESTE TRAMO DE VÍA TERCIARIA	38
FOTOGRAFÍA 3-21 PUNTO PARA REVISIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO POR POSIBLE INCUMPLIMIENTO DE LONGITUDES MÍNIMAS DE ALINEAMIENTOS	42

FOTOGRAFÍA 3-22 PUNTO IDENTIFICADO PARA REVISIÓN DE RADIO DE CURVATURA MÍNIMO PARA TRACTOCAMIONES	42
FOTOGRAFÍA 3-23 PUNTO IDENTIFICADO PARA REVISIÓN DE RADIO DE CURVATURA MÍNIMO PARA TRACTOCAMIONES	43
FOTOGRAFÍA 3-24 PUENTE CON ESTRUCTURA EN TRONCOS DE MADERA Y ESTRIBOS EN CONCRETO, SE RECOMIENDA CAMBIAR LA ESTRUCTURA COMPLETA	43
FOTOGRAFÍA 3-25 PASO DE CANAL DE RIEGO LOCAL CON ESTRUCTURA DE PASO EN MADERA	43
FOTOGRAFÍA 3-26 PASO DE CANAL DE RIEGO LOCAL CON ESTRUCTURA DE PASO EN MADERA	43
FOTOGRAFÍA 3-27 CONDICIONES ACTUALES DEL ACCESO AL PUNTO DE CAPTACIÓN 1	71
FOTOGRAFÍA 3-28 CARRETES DE TUBERÍA FLEXIBLE	143
FOTOGRAFÍA 3-29 ZANJA PARA TENDIDO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA FLEXIBLE	143
FOTOGRAFÍA 3-30 EMPALME DE TUBERÍA FLEXIBLE	143
FOTOGRAFÍA 3-31 CONECTORES DE TUBERÍA A TUBERÍA Y DE TUBERÍA A EQUIPO DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS	143

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta la descripción de las actividades a desarrollar en materia de exploración de hidrocarburos en el Área de Perforación Exploratoria (APE) COR-15, así como también las características técnicas, procedimientos y tecnologías que se emplearán durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto. De igual manera, se relacionan los requerimientos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos típicos necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades.

El punto de partida para la elaboración de la descripción del proyecto fueron los términos de referencia “Para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos, M-M-INA-01, expedidos en el año 2014 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (aprobados bajo la Resolución 0421 del 20 de marzo de 2014); la Metodología General Para la Presentación de Estudios Ambientales de 2014, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 emitido por el MADS y los lineamientos de MAUREL & PROM COLOMBIA B.V.

3.1 LOCALIZACIÓN

El Área de Perforación Exploratoria - APE COR-15, se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá, en los municipios de Betéitiva, Busbanzá, Corrales y Tasco, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá -CORPOBOYACÁ-. La ubicación geográfica del APE COR-15 se presenta en la **Figura 3-1** y en el **Anexo Cartográfico Mapa 001 Localización APE COR-15**.

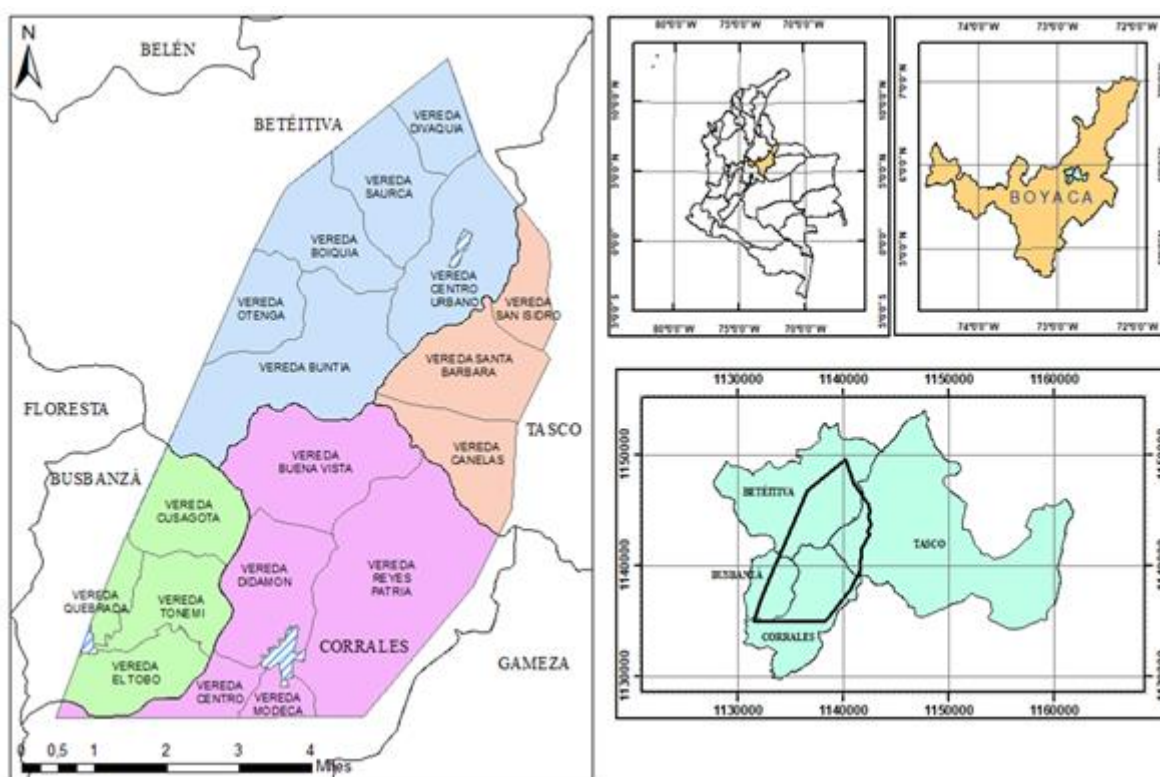


Figura 3-1 Localización General Área de Perforación Exploratoria (APE) COR-15

Fuente: Grupo SIG EIA COR-15- INCITEMA, 2019

El Área de Perforación Exploratoria COR-15 tiene una extensión total de 9.397 ha y forma parte de la superficie del contrato E&P COR-15, suscrito para exploración y producción de hidrocarburos convencionales con la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, el cual se presenta en la **Figura 3-2** y cuya copia del Contrato se presenta en el **Anexo 1**.

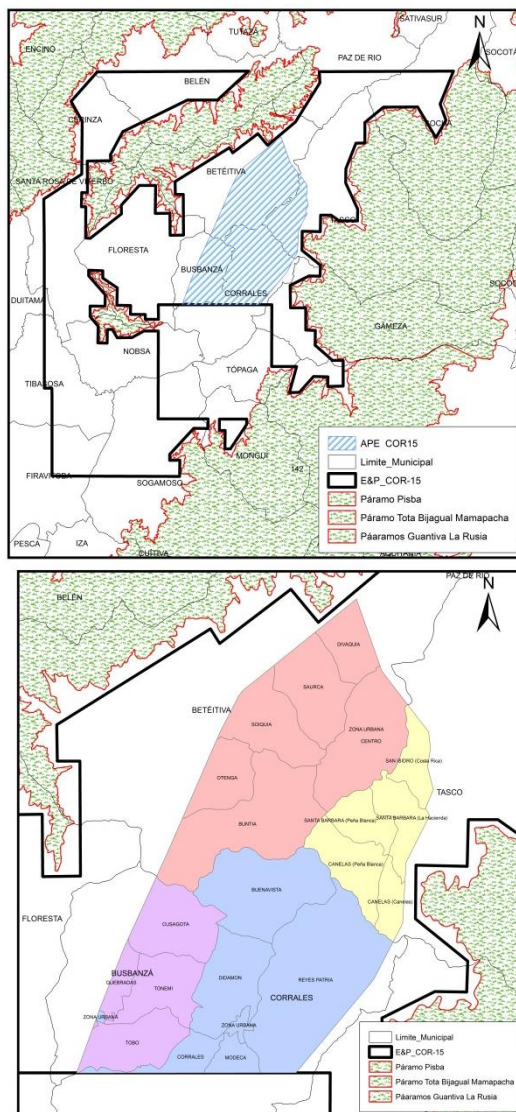


Figura 3-2 Contrato E&P COR-15 y Área de Perforación Exploratoria COR-15
Fuente: Grupo SIG EIA COR-15- INCITEMA, 2019

Las coordenadas Magna Sirgas origen Bogotá del polígono del APE COR-15 se presentan en la **Tabla 3-1**.

Tabla 3-1 Coordenadas de los vértices APE COR-15

ID	COOR_ESTE	COOR_NORTE
1	1138293,275	1134994,181

ID	COOR_ESTE	COOR_NORTE
2	1131472,148	1134987,758
3	1132213,552	1137027,615
4	1132961,002	1138886,317
5	1134266,112	1141738,232
6	1135937,57	1145540,601
7	1136513,04	1146651,853
8	1136620,493	1146801,384
9	1140170,912	1149648,265
10	1140964,663	1147412,532
11	1142414,394	1145538,119
12	1142470,963	1145031,504
13	1142378,087	1144464,516
14	1142561,576	1143747,123
15	1142314,627	1143164,466
16	1142450,527	1142960,421
17	1141712,113	1141499,082
18	1141606,279	1139613,922
19	1140706,694	1137874,284

Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

La distribución política administrativa del APE COR-15 se presenta en la **Figura 3-3**.

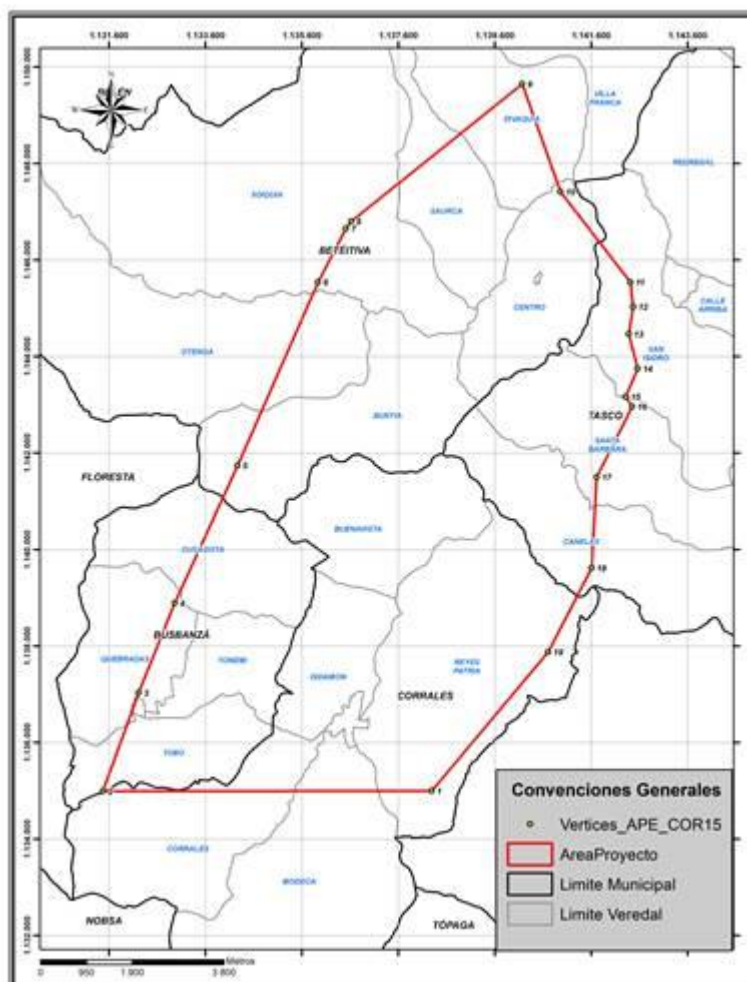


Figura 3-3 División político administrativa de las unidades territoriales menores (veredas) y mayores (municipios que se ubican dentro del APE COR-15

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

En cumplimiento del contrato de Exploración COR-15, suscrito con la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, la empresa MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., busca realizar la exploración de hidrocarburos convencionales a partir de las siguientes actividades proyectadas:

- Construcción, adecuación y operación de máximo seis (6) locaciones multipozo, para la perforación de hasta dos (2) pozos exploratorios por cada plataforma, es decir doce (12) pozos exploratorios en total. Cada locación tendrá un área de hasta tres (3) hectáreas.
- La profundidad de cada pozo será de 7.000 pies en promedio y los pozos serán ubicados de acuerdo con lo indicado en la zonificación de manejo ambiental, siendo las coordenadas de cada pozo especificadas en los respectivos planes de manejo ambiental.
- Se realizará la conformación de ZODMES por cada locación con un área de ocupación de hasta una (1) ha en forma contigua o a menos de 3 km de cada plataforma.

- Tres áreas para facilidades tempranas de producción, cada una de 1 ha a partir de: la adecuación de dos (2) de las seis (6) locaciones para instalación de Facilidades Tempranas de Producción, ampliándolas en una (1) hectárea y construcción de un (1) área de facilidades tempranas adicionales de una (1) hectárea.
 - Construcción de dos (2) estaciones de recibo de crudo y gas.
 - Adecuación de vías existentes y construcción de nuevas vías para acceder a los sitios donde se ubiquen las locaciones partiendo de los corredores viales existentes. Se contempla un máximo de 15 km para construcción de vías nuevas en total con anchos promedio de 7 metros.
 - Construcción de líneas de flujo hasta de ocho (8) pulgadas entre las plataformas de perforación para llevar los fluidos (crudo y/o gas, aguas de formación) hasta el sitio donde se ubiquen las facilidades tempranas de producción y/o hasta las estaciones de recibo y transferencia, con una longitud de hasta 15 kilómetros con derechos de vía de hasta 7 metros y profundidad hasta de un (1) metro.
 - Se realizarán pruebas de producción cortas y extensas en las Facilidades Tempranas de Producción para hidrocarburos convencionales. Las facilidades tendrán como mínimo los siguientes sistemas:
 - ✓ Sistema de recibo de la producción.
 - ✓ Sistema de separación de agua.
 - ✓ Sistema de quema de gas (tea de quemado).
 - ✓ Tanques de almacenamiento entre 500 y 5000 barriles (dependiendo de los volúmenes reales de producción).
 - ✓ Sistema de transferencia de producción o cargadero de carro tanque.
 - ✓ Sistemas de drenaje.
 - ✓ Tea
 - ✓ Generadores
 - Transporte de crudo y/o gas resultante de las pruebas de producción mediante carro tanques hasta las estaciones de recibo cercanas que cuenten con disponibilidad, como Guaduas, Miraflores, Tocancipá, Apiay y Porvenir, entre otras, y/o mediante líneas de flujo hasta las estaciones de recibo que se ubicarán dentro del APE COR-15.
 - Captación de aguas superficiales en el río Chicamocha en caudal de hasta 2 LPS.
 - Captación de aguas subterráneas a partir de un (1) pozo de agua subterránea para el abastecimiento del proyecto, asociado a alguna de las plataformas de perforación exploratoria, para aprovechar un caudal de 2LPS.
 - Se realizarán hasta 8 ocupaciones de cauce para cruces de vías proyectadas y ampliación de estructuras.
 - Se realizará solicitud de vertimientos de aguas tratadas para disposición mediante riego por aspersión en suelos, riego en vías y tratamiento por terceros.
 - Quema de gas durante las pruebas de producción por medio de teas.
 - Se solicitará aprovechamiento forestal para la construcción de vías, locaciones, facilidades tempranas, estaciones de recibo y líneas de flujo.
- Las especificaciones de adecuaciones y construcciones a realizar se presentan a continuación:

VÍAS EXISTENTES A ADECUAR		VÍAS A CONSTRUIR	
Longitud	Hasta 30 km	Longitud	Hasta 30 km
Pendiente máxima de la vía	Hasta 14%	Pendiente máxima de la vía	Hasta 14 %
Ancho de banca	Hasta 7,0 m	Ancho de banca	7,0 m
Ancho de calzada	6,0 m	Ancho de calzada	6,0 m
Velocidad de diseño	20Km/h – 30 Km/h	Velocidad de diseño	30 Km/h
Radio Mínimo	Hasta 22 m	Radio Mínimo	22 m
Bombeo Normal	2%-4%	Bombeo Normal	2% - 4%

<table> <tr> <td>Espesor de Afirmado</td><td>0,15 m a 0,25 m</td></tr> <tr> <td>Berma</td><td>0 m – 1 m</td></tr> <tr> <td>Peralte Máximo</td><td>6% al 8%</td></tr> <tr> <td>Taludes de relleno</td><td>1H:1V a 1H-1,5V</td></tr> <tr> <td>Taludes de corte</td><td>1H:1V a 1H-1,5V</td></tr> </table>	Espesor de Afirmado	0,15 m a 0,25 m	Berma	0 m – 1 m	Peralte Máximo	6% al 8%	Taludes de relleno	1H:1V a 1H-1,5V	Taludes de corte	1H:1V a 1H-1,5V	<table> <tr> <td>Espesor de Afirmado</td><td>0,15 m a 0,25 m</td></tr> <tr> <td>Berma</td><td>0 m – 1 m</td></tr> <tr> <td>Peralte Máximo</td><td>6 % a 8%</td></tr> <tr> <td>Taludes de relleno</td><td>1H:1V a 1H-1,5V</td></tr> <tr> <td>Taludes de corte</td><td>1H:1V a 1H-1,5V</td></tr> </table>	Espesor de Afirmado	0,15 m a 0,25 m	Berma	0 m – 1 m	Peralte Máximo	6 % a 8%	Taludes de relleno	1H:1V a 1H-1,5V	Taludes de corte	1H:1V a 1H-1,5V																										
Espesor de Afirmado	0,15 m a 0,25 m																																														
Berma	0 m – 1 m																																														
Peralte Máximo	6% al 8%																																														
Taludes de relleno	1H:1V a 1H-1,5V																																														
Taludes de corte	1H:1V a 1H-1,5V																																														
Espesor de Afirmado	0,15 m a 0,25 m																																														
Berma	0 m – 1 m																																														
Peralte Máximo	6 % a 8%																																														
Taludes de relleno	1H:1V a 1H-1,5V																																														
Taludes de corte	1H:1V a 1H-1,5V																																														
PLATAFORMA TÍPICA <table> <tr> <th>TOTAL PLATAFORMA</th><th>3 HA</th></tr> <tr> <td>Placa del taladro y cellar</td><td>0,3</td></tr> <tr> <td>Control de Sólidos</td><td>0,1</td></tr> <tr> <td>Equipos auxiliares (Compañías de Servicios Técnicos)</td><td>0,2</td></tr> <tr> <td>Patio de tubería y herramientas</td><td>0,2</td></tr> <tr> <td>Campamento y oficinas</td><td>0,2</td></tr> <tr> <td>Sistemas de tratamiento de agua residual y almacenamiento de agua PTAR y PTAP</td><td>0,05</td></tr> <tr> <td>Zona de Cortes</td><td>0,2</td></tr> <tr> <td>Zona de aspersión</td><td>0,85</td></tr> <tr> <td>Quemadero</td><td>0,05</td></tr> <tr> <td>Tea</td><td>0,1</td></tr> <tr> <td>Almacenamiento de químicos</td><td>0,05</td></tr> <tr> <td>Almacenamientos combustibles</td><td>0,28</td></tr> <tr> <td>Parqueadero</td><td>0,23</td></tr> <tr> <td>Área Movilización</td><td>0,1</td></tr> <tr> <td>Helipuerto</td><td>0,1</td></tr> <tr> <td>Total Plataforma</td><td>3 ha</td></tr> </table> La plataforma no excederá las 3 ha y la distribución final se presentará en cada PMA específico por pozo.	TOTAL PLATAFORMA	3 HA	Placa del taladro y cellar	0,3	Control de Sólidos	0,1	Equipos auxiliares (Compañías de Servicios Técnicos)	0,2	Patio de tubería y herramientas	0,2	Campamento y oficinas	0,2	Sistemas de tratamiento de agua residual y almacenamiento de agua PTAR y PTAP	0,05	Zona de Cortes	0,2	Zona de aspersión	0,85	Quemadero	0,05	Tea	0,1	Almacenamiento de químicos	0,05	Almacenamientos combustibles	0,28	Parqueadero	0,23	Área Movilización	0,1	Helipuerto	0,1	Total Plataforma	3 ha	ZODME <table> <tr> <th>ITEM</th><th>CARACTERÍSTICAS</th></tr> <tr> <td>Área</td><td>Hasta 1 HA Puede ser menor conforme a las especificaciones y estarán localizadas en inmediaciones de cada plataforma o máximo a 2 km de las mismas.</td></tr> <tr> <td>Taludes</td><td>0,3</td></tr> <tr> <td>Altura máxima</td><td>0,25</td></tr> <tr> <td>Obras hidráulicas</td><td>Filtros longitudinales y transversales</td></tr> <tr> <td>Obras de Contención:</td><td>Trinchos en base</td></tr> </table> Facilidades Tempranas de Producción (EPFs): La distribución final de los elementos del área de facilidades tempranas de producción, se presentará en cada Plan de Manejo específico para las áreas a adecuar con este propósito. El área a ocupar será de hasta una (1) Ha por cada sitio. Serán en total 3 sitios de facilidades tempranas de producción, es decir 3 ha. Estaciones de Recibo Se realizarán dos y ocuparán hasta una (1) ha cada una.	ITEM	CARACTERÍSTICAS	Área	Hasta 1 HA Puede ser menor conforme a las especificaciones y estarán localizadas en inmediaciones de cada plataforma o máximo a 2 km de las mismas.	Taludes	0,3	Altura máxima	0,25	Obras hidráulicas	Filtros longitudinales y transversales	Obras de Contención:	Trinchos en base
TOTAL PLATAFORMA	3 HA																																														
Placa del taladro y cellar	0,3																																														
Control de Sólidos	0,1																																														
Equipos auxiliares (Compañías de Servicios Técnicos)	0,2																																														
Patio de tubería y herramientas	0,2																																														
Campamento y oficinas	0,2																																														
Sistemas de tratamiento de agua residual y almacenamiento de agua PTAR y PTAP	0,05																																														
Zona de Cortes	0,2																																														
Zona de aspersión	0,85																																														
Quemadero	0,05																																														
Tea	0,1																																														
Almacenamiento de químicos	0,05																																														
Almacenamientos combustibles	0,28																																														
Parqueadero	0,23																																														
Área Movilización	0,1																																														
Helipuerto	0,1																																														
Total Plataforma	3 ha																																														
ITEM	CARACTERÍSTICAS																																														
Área	Hasta 1 HA Puede ser menor conforme a las especificaciones y estarán localizadas en inmediaciones de cada plataforma o máximo a 2 km de las mismas.																																														
Taludes	0,3																																														
Altura máxima	0,25																																														
Obras hidráulicas	Filtros longitudinales y transversales																																														
Obras de Contención:	Trinchos en base																																														

Para realizar la perforación exploratoria se desarrollan las etapas descritas a continuación en la **Tabla 3-2**.

Tabla 3-2 Etapas y actividades a desarrollar en la ejecución del proyecto de perforación exploratoria COR-15

ETAPAS	ACTIVIDAD
Etapa Pre-operativa: Planeación: Es la primera etapa para exploración de pozos, tiene por objeto el diseño del pozo y de las obras civiles; al igual que presentar ante la comunidad y las autoridades locales el proyecto e incluye el establecimiento de servidumbre en los sitios donde se desarrollará el proyecto.	Información y divulgación
	Negociación de Servidumbres o Adquisición de predios
	Convocatoria para contratación de personal y contratación
	Adquisición de bienes y servicios
	Movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal
	Captación, transporte y consumo de agua

ETAPAS	ACTIVIDAD
	Generación y disposición de residuos líquidos (domésticos e industriales)
	Generación, tratamiento y disposición de residuos sólidos domésticos (ordinarios, reciclables), industriales y especiales
	Movilización de maquinaria y equipos
Etapa Operativa - Construcción: Se refiere a las obras necesarias para adecuar el área donde se realizarán las actividades de perforación, corresponde a esta etapa la construcción y/o adecuación de la vía de acceso, la construcción de la plataforma y línea de flujo.	Operación de maquinaria y equipos
	Remoción de cobertura vegetal y descapote
	Movimientos de tierras (excavaciones, cortes y rellenos)
	Transporte y acopio de materiales de construcción
	Construcción e instalación de estructuras en general (soporte, drenaje, estabilización y tratamiento)
	Cruces de cuerpos de agua
	Adecuación de ZODME y/o zonas de disposición de material de excavación
	Conformación y estabilización de taludes
Etapa Operativa - Perforación: Involucra la perforación del pozo y la realización de las pruebas de producción, que sean necesarias en el prospecto.	Mantenimiento de obras de drenaje, de control geotécnico y de las vías de acceso
	Movilización de equipo de perforación y asociados.
	Montaje de infraestructura y equipos
	Perforación (operación del taladro, motores y generadores)
	Gestión de residuos sólidos especiales (materiales radioactivos)
	Manejo de lodos y cortes de perforación
	Separación de fases y operación de equipos
	Funcionamiento de la tea
	Adecuación del terreno y montaje de equipos para facilidades de producción.
	Operación de facilidades.
	Almacenamiento y transporte de crudo u otros fluidos
Etapa Post Operativa – Abandono y Restauración: Se da una vez concluye la etapa de perforación exploratoria, consiste en la restauración de las áreas intervenidas por proyecto, conservando aquellas que se consideren necesarias para la producción y puede tardarse el tiempo que sea necesario para producción.	Mantenimiento de infraestructura (vías de acceso y obras hidráulicas)
	Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos
	Demolición y/o desmonte de estructuras y limpieza de áreas
	Cierre de piscinas y/o retiro de tanques
	Revegetalización y/o empedramiento
	Disposición de residuos

Fuente: Maurel & Prom Colombia B.V., 2019

3.2.1.1 Actividad Petrolera en la Zona

[illegible]

Fuente: ANH. 2019

ID	BLOQUE	OPERADORA	CUENCA	TIPO DE ÁREA
0370	COR-15	Maurel & Prom Colombia B.V.	COR	Exploración
0071	Buenavista	Omega Energy	COR	Área de explotación Bolívar
0071	Buenavista	Omega Energy	COR	Área de explotación Corrales
258	COR-24	Frontera Energy	COR	Área en Evaluación Técnica

Fuente: ANH. 2019

3.2.1.2 Actividad Minera

Al interior del polígono del Área de Perforación Exploratoria (APE) COR-15 se encuentran presentes 38 títulos mineros vigentes asociados a carbón, arena, caliza, mineral de hierro, caliza metalúrgica, recebo entre otros minerales. De estos títulos 20 cuentan con licencia ambiental

expedida por CORPOBOYACÁ, 3 se encuentran en trámite de solicitud, 3 cuentan con Plan de Manejo Ambiental, 4 fueron archivadas y 8 títulos no registran trámite alguno. En la **Tabla 3-4** y en la **Figura 3-5** se presenta el listado de títulos mineros y su estatus:

Tabla 3-4 Listado de Título Minero y su Estatus

ID	CODIGO_RMN	MODALIDADE	MINERALES	TITULARES	MUNICIPIOS	FECHA_TERM	EXP_CORPO	LICENCIA_A
1	GAFF-01	Licencia de explotación	Arena silíceas	José Gilberto Carreño Cristancho y Otros	Tasco-Boyacá	24/01/2016	OOLA-0077/98	PMA 537/99
2	GAQK-02	Licencia de explotación	Materiales de construcción	Luis I. Álvarez León y Otros	Tasco-Boyacá	11/01/2017	OOLA-0111/97	PMA 538/99
3	JBF-08071	Contrato de concesión (l685)	Arenas y gravas silíceas	Dora Constanza León Rojas	Tasco-Boyacá\ Betéitiva-Boyacá	16/02/2039	OOLA-0094/09	LA 2938/2010
4	FF1-082	Contrato de concesión (l685)	Carbón	Luis Eladio Vargas Castellanos	Tasco-Boyacá	21/09/2034		
5	GEEX-12	Licencia de explotación	Arena silíceas	Jorge Guillermo Castañeda y Otros	Tasco-Boyacá	27/11/2018	OOLA-121/97	PMA RES 871/99
6	HFRA-05	Licencia Especial De Materiales De Construcción	MATERIALES DE CONSTRUCCION	ARNALDO TELLEZ ALVAREZ y Otros	TASCO-BOYACA\ BETEITIVA-BOYACA	7/05/2012	OOLA-0008/08	LA RES 0929/11
7	FFI-111	Contrato De Concesión (L 85)	CARBON	JOSE GUILLERMO TORRES RINCON y Otros	Corrales-Boyacá	11/12/2036	OPSL-0184/95	ARCHIVADO
8	HFNK-05	Licencia Especial De Materiales De Construcción	MATERIALES DE CONSTRUCCION	DEL CARMEN SERRANO MARIA	Tasco-Boyacá	6/03/2016	OOLA-0009/02	LA RES 932/04
9	ELF-101	Contrato De Concesión (L 685)	Carbón	Americana De Minerales De Exportación Ltda. - Ameralex Ltda.	Corrales-Boyacá	1/05/2037	OOLA-0062/08	LA RES 1517/10
10	FEV-161	Contrato De Concesión (D 2655)	Carbón	Wilson Vargas Castellanos	Tasco-Boyacá	15/02/2034	OOLA-0009/06	LA RES 871/06
11	HCBJ-05	Contrato En Virtud De Aporte	Carbón	(4262321) Miguel Caro Carvajal	Tasco-Boyacá	22/01/2013	OPSL-0151/95	LA RES 003/95
12	FF1-081	Contrato De Concesión (D 2655)	Carbón	(9531438) Luis Eladio Vargas Castellanos	Tasco-Boyacá\ Corrales-Boyacá	13/06/2034	OOLA033/07	LA RES 0294/08
13	EB6-111	Contrato De Concesión (L 685)	Carbón	Sanoha Mineria Ltda Medio Y Ambiente Forestal	Tasco-Boyacá\ Beteitiva-Boyaca	29/05/2037	OOLA-0020/05	LA RES 1168/05
14	GAEM-27	Contrato De Concesión (D 2655)	Carbón	(9518216) Jaime Alberto Corredor Rincón y Otros	Gámeza-Boyaca\ Corrales-Boyaca	24/10/2032		
15	DH9-152	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)	CARBON	(9529807) JOSE MARIA MONTAÑEZ MONTAÑEZ	Tasco-Boyaca	6/07/2034	OOLA-0001/08	LA 2081/11
16	CG4-121	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	CARBON	GONZALEZ LUIS ALFREDO y Otros	Corrales-Boyacá	14/06/2035	OOLA-0005/09	LA RES 711/10
17	HCHJ-03	LICENCIA DE EXPLOTACION	ARENA	(24049255) MARINA LEON LUZ\ y Otros	TASCO-BOYACA	8/04/2017	OOLA-0010/08	ARCHIVADO
18	EEF-152	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	CARBON	(9002827818) ALMIANCLO MINERALES S.A.S.	BETEITIVA-BOYACA	15/05/2038	OOLA-0011/13	LA RES 161/16

ID	CODIGO_RMN	MODALIDADE	MINERALES	TITULARES	MUNICIPIOS	FECHA_TERM	EXP_CORPO	LICENCIA_A
19	JC4-11351	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(1042999) RAFAEL CAMACHO TORRES\ y Otros	CORRALES-BOYACA	17/05/2040	OOLA-0022/14	NEGADA
20	GGJN-09	CONTRATO EN VIRTUD DE APOORTE	CARBON	(4083990) HERNANDO ALVAREZ PEREZ\ (46369142) DIOSELINA ALVAREZ PEREZ\ (40403117) ROSAURA ALVAREZ PEREZ\ (23449413) MARTHA ISABEL ALVAREZ PEREZ\ (4083987) HECTOR HUGO ALVAREZ PEREZ\ (23449226) NORA ESPERANZA ALVAREZ PEREZ\ (4083940) JORGE HUMBERTO ALVAREZ	CORRALES-BOYACA	25/08/2016		
21	GDWC-01	LICENCIA DE EXPLOTACION	ARENA SILICEA	(24148393) MARIA SILVESTRE CARO	TASCO-BOYACA	2/11/2023		
22	GDWC-02	LICENCIA DE EXPLOTACION	ARENA SILICEA	(24148850) PAULINA ALFONSO DE CASTAÑEDA\ (9524229) PEDRO ANTONIO CASTAQEDA ALFONSO\ (9514981) CARLOS JULIO CASTANEDA ALFONSO\ (1167987) MARCO ANTONIO CASTAQEDA	TASCO-BOYACA	7/02/2012	OOLA-0049/12	EN TRAMITE
23	GGLK-05	CONTRATO EN VIRTUD DE APOORTE	CARBON	(4083853) ESTEBAN CAMACHO CAMACHO\ (9396815) LOPEZ CASTRO CESAR AUGUSTO\ (9529807) JOSE MARIA MONTAÑEZ MONTAÑEZ\ (9525598) LUIS EDUARDO VALBUENA ESTEPA	CORRALES-BOYACA	11/09/2016		
24	GIBF-02	CONTRATO EN VIRTUD DE APOORTE	CALIZA	(2925777) ESTEBAN COLMENARES RINCON	CORRALES-BOYACA	17/11/2008	OCMC-0001/96	LA RES 624/96
25	GHAJ-01	CONTRATO EN VIRTUD DE APOORTE	CARBON	(9523949) RINCON JOSE HERNAN\ (9516219) SERAFIN LEON SALCEDO\ (9534638) ORLANDO DIAZ CHAPARRO\ (24148728) MARIA RUFINA CAMACHO CARDENAS\	CORRALES-BOYACA	19/02/2017		

ID	CODIGO_RMN	MODALIDADE	MINERALES	TITULARES	MUNICIPIOS	FECHA_TERM	EXP_CORPO	LICENCIA_A
				(9531720) JOSE AMBROSIO AGUDELO PRIETO\ (9531106) FELIX ISMAEL PARRA CORREDOR\ (9520526) JOAQUIN CASTRO RINCON				
26	ICQ-081712	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(7217176) ELIO GILBERTO PARADA BARRERA	CORRALES-BOYACA	26/10/2039	OOLA-0023/10	LA RES 1756/11
27	GEGL-02	LICENCIA DE EXPLOTACION	ARENA	(33447764) MARY CHINOME GUIO	TASCO-BOYACA	27/10/2019	OOLA-0234/97	LA RES 566/99
28	GEFH-06	LICENCIA DE EXPLOTACION	ARENA	(95117940) LUIS I. ALVAREZ LEON\ (9513252) HECTOR ALVAREZ LEON\ (4038933) DANIEL TELLEZ	TASCO-BOYACA	1/09/2012	OOLA-0195-97	LA RES 583/99
29	IG6-16361	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	RECEBO\ ARENA GRAVA	(2410110) ELADIO FERNANDEZ ALBARRACIN	BETEITIVA-BOYACA	24/11/2039	OOLA-0020/14	EN TRAMITE
30	FCC-093	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	CARBON	(4271857) ELADIO ANGARITA ANGARITA	PAZ DE RIO-BOYACA\ BETEITIVA-BOYACA	27/12/2034	OOLA-0055/07	LA RES 01775/09
31	HFFA-02	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)	CALIZA	(900296550) MINAS PAZ DEL RIO S.A.	CORRALES-BOYACA\ BUSBANZA-BOYACA	18/06/2035	OOLA-0070/01	LA RES 454/03
32	GFAM-02	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE	CALIZA	(8901002510) CEMENTOS ARGOS SA	CORRALES-BOYACA\ BETEITIVA-BOYACA	5/01/2016	OOLA-0010/96	LA RES 490/97
33	GGVE-04	LICENCIA DE EXPLOTACION	MATERIALES DE CONSTRUCCION\ ARENA	(8600008962) SIKA ANDINA SA	CORRALES-BOYACA	25/07/2016	OOLA-0043/96	LA RES 194/97
34	IEF-14071X	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	CARBÓN MINERAL TRITURADO O MOLIDO	(1053302150) JULIAN JAIR GONZALEZ CARO\ (23449684) LADY VIVIANA GONZALEZ CARO	TASCO-BOYACA	12/10/2040	OOLA-0003/19	EN TRAMITE
35	JG7-09461	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	ARENAS ARCILLOSAS	(4271740) MANUEL LEON VICTOR\ (24049255) MARINA LEON LUZ	TASCO-BOYACA	3/10/2042	OOLA-0032/99	ARCHIVADO
36	JG7-09462X	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	ARENAS ARCILLOSAS	(24049255) MARINA LEON LUZ\ (4271740) MANUEL LEON VICTOR	TASCO-BOYACA	3/10/2042	OOLA-0032/99	ARCHIVADO
37	JDN-09121X	CONTRATO DE CONCESION (L 685)	DEMÁS CONCESIBLES\ MINERALES DE COBRE Y SUS CONCENTRADOS	(24047863) GRACIELA RINCON	CORRALES-BOYACA	9/05/2043		EN TRAMITE
38	GAGC-01	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE	MINERAL DE HIERRO\ CALIZA METALURGICA	(9002965504) MINAS PAZ DEL RIO S.A.	SOCOTA-BOYACA\ TASCO-BOYACA\ NOBSA-BOYACA\ GAMEZA-BOYACA\ MONGUI-BOYACA\	31/12/2032	OOLA-0039/13	LA RES 1079/15

ID	CODIGO_RMN	MODALIDADE	MINERALES	TITULARES	MUNICIPIOS	FECHA_TERM	EXP_CORPO	LICENCIA_A
					SOGAMOSO-BOYACA\ SANTA ROSA DE VITERBO-BOYACA\ TIBASOSA-BOYACA\ SATIVANORTE-BOYACA\ CORRALES-BOYACA\ PAZ DE RIO-BOYACA\ TOPAGA-BOYACA\ JERICO-BOYACA\ FLORESTA-BOYACA\ SOCHA-BOYACA\ 			
39	GFNJ-01	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE	CALIZA	(8600098085) HOLCIM (COLOMBIA) S A	NOBSA-BOYACA\ TIBASOSA-BOYACA\ CORRALES-BOYACA\ FIRAVITOBA-BOYACA\ BUSBANZA-BOYACA	24/07/2021		

En la **Figura 3-5** se observa la distribución de los títulos mineros vigentes y presentes al interior del APE COR-15:

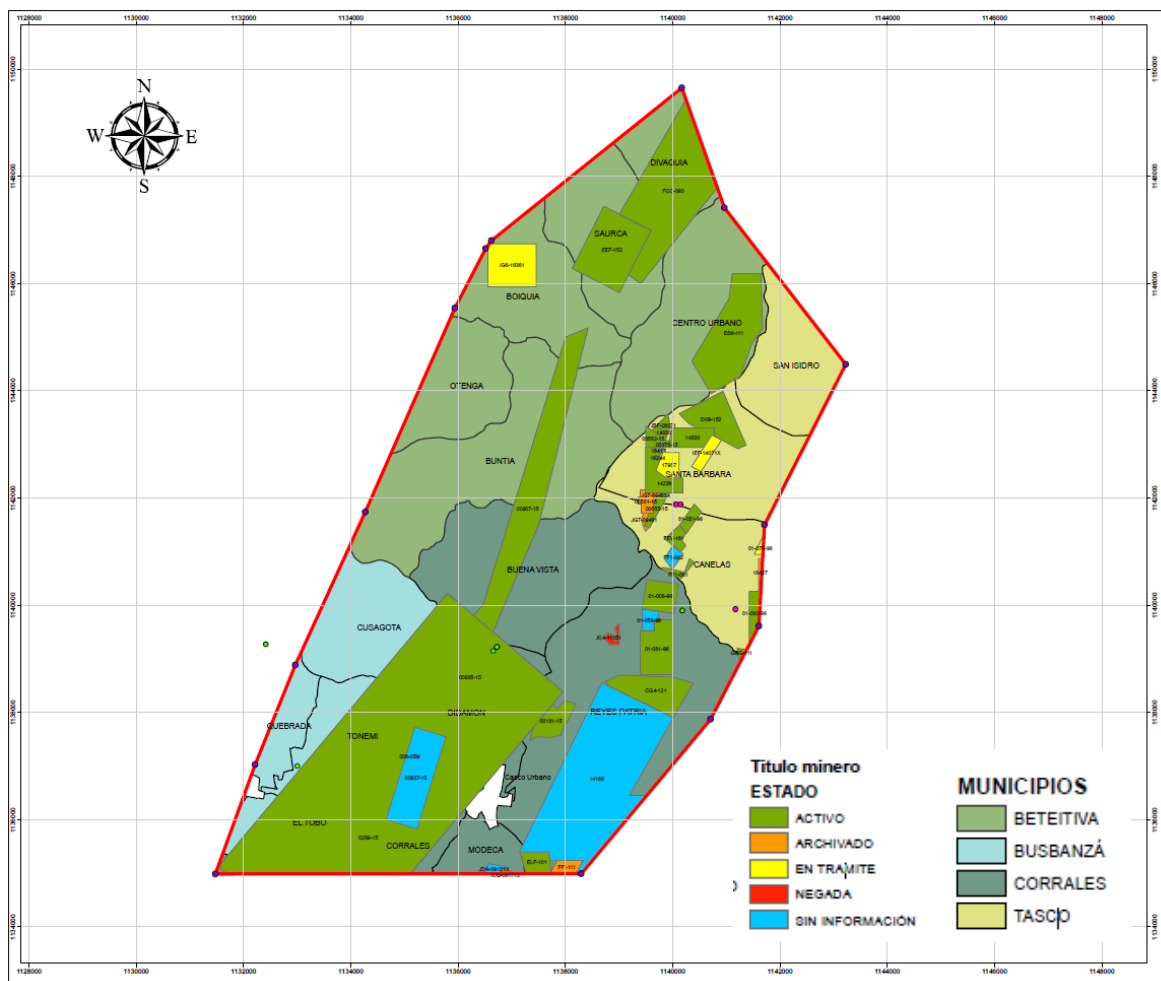


Figura 3-5 Títulos Mineros Vigentes al Interior del APE COR-15

De los 39 títulos identificados, tan solo 20 tienen licencia ambiental expedida por CORPOBOYACÁ, 3 tienen Plan de Manejo Ambiental establecido con dicha autoridad ambiental, 4 se encuentran en trámite de obtención de la licencia, 4 se encuentran archivados y 1 solicitud de licencia fue negada. Los siete títulos restantes no se encuentran adelantando trámite alguno ante la autoridad ambiental regional.

3.2.1.3 Coexistencia de los Proyectos (Artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015)

Esta información se presenta en el documento Superposición de Proyectos, en conjunto con los capítulos que integran el presente estudio.

3.2.1.4 Vías de Acceso Existentes

Según se ha explicado anteriormente, el Área de Perforación exploratorio COR-15 se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Betéitiva, Busbanzá, Corrales y Tasco, en el Departamento de Boyacá. El acceso al área se realizaría tomando la carretera nacional en concesión, denominada Troncal Central del Norte, Bogotá – Tunja – Duitama – Sogamoso, identificada como Ruta Nacional 55, con una longitud total de 190 km, vía troncal de doble calzada

hasta el Municipio de Tibasosa localizado escasos kilómetros adelante de Duitama, con capa de rodadura en pavimento flexible, transitable por todo tipo de vehículos durante todo el año.

A partir del Municipio de Tibasosa, de la Estación de Servicio Terpel Tibasosa, se cuenta con dos alternativas de ingreso, la primera por la vía nacional en concesión que continúa en una calzada por sentido hacia el municipio de Tibasosa. La segunda opción se encuentra tomando la vía de Primer Orden pavimentada, Cruce ruta 55 (Duitama) – La Yé, vía hacia Nobsa, Nazareth y Belencito, por la vía con código 6210, administrada por la ANI.

En la **Tabla 3-5** se relacionan las características definidas por el manual de diseño geométrico del INVIAS 2008, las cuales se tomarán como base para la descripción de todas las vías susceptibles a ser utilizadas en el área de perforación exploratoria COR-15.

Tabla 3-5 Clasificación y Características por tipo de vía INVIAS

TIPO DE VÍA	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS		
		ANCHO	CAPA DE RODADURA	TRANSITABLE
Tipo 1 Primaria	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 Secundaria	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 Terciaria	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 o material granular	Puede ser transitada todo el año.
Tipo 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 o material granular	Puede ser transitada todo el año.
Tipo 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	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	Son senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.	Peatonal.	Terreno natural.	Puede ser transita en tiempo seco.

Fuente: MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO INVIAS, 2008

En la **Figura 3-6** se presenta la distribución de las vías existentes al interior del Área de Perforación Exploratoria COR-15:

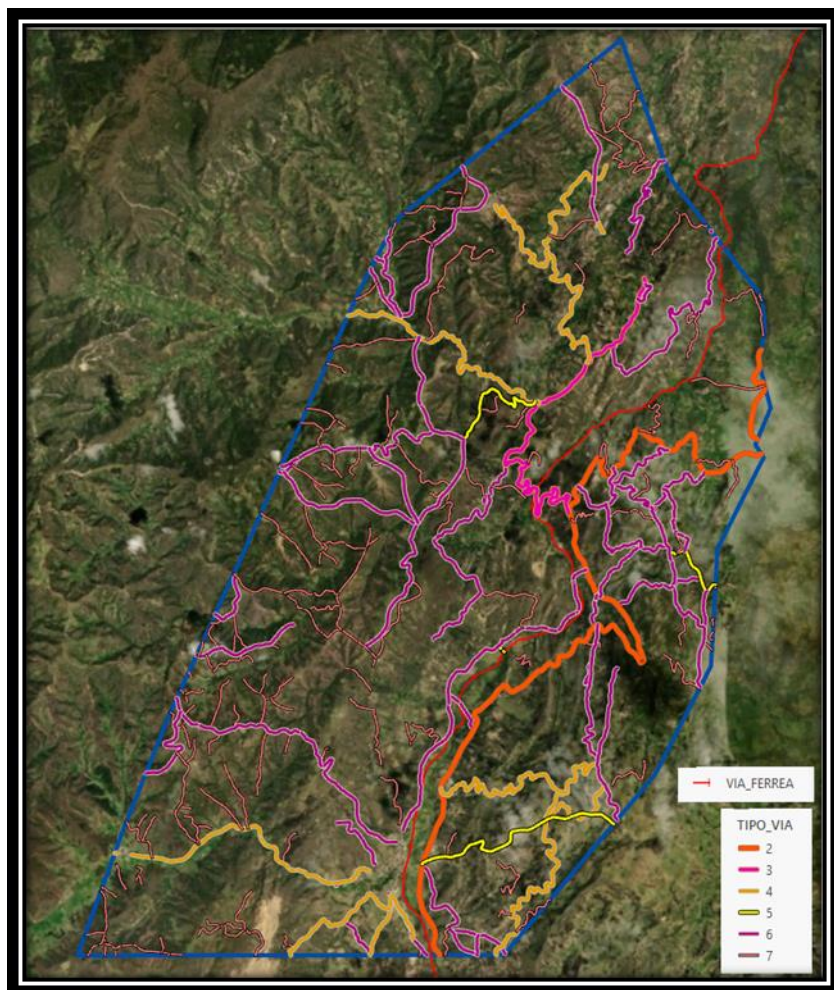


Figura 3-6 Distribución de las Vías en el APE COR-15 según INVIAS

El APE cuenta con infraestructura vial en buen estado en la cual se encuentra la ruta desde el colegio Gustavo Jiménez hasta el municipio de Tasco, con una longitud de 38 km todos en pavimento flexible. Se realiza inventario vial desde el colegio Gustavo Jiménez Sogamoso tomado como k 0+00 la glorieta al frente de este, ruta en la cual en el sentido Sogamoso - Corrales se encuentra una doble calzada con un ancho de 18 m con dos metros de separador, la vía que conduce de Sogamoso a Corrales por el costado izquierdo cuenta con pavimento rígido mientras el costado derecho con pavimento flexible como se muestra en la figura. En una longitud de 2,31km y hace transición a una sola calzada en ambos sentidos con un ancho promedio de 8m. En este recorrido se encuentra el paso a nivel del tren a 2km del punto inicial. (Ver **Fotografía 3-1** a la **Fotografía 3-4**).



Fotografía 3-1 K0+00
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019



Fotografía 3-2 Vía Sogamoso Corrales
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019



Fotografía 3-3 Paso a Nivel ferrocarril
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019



Fotografía 3-4 Puente Reyes
Fuente: UPTC – INCITEMA, 2019

Continuando con un ancho promedio de 8 m se encuentran las intersecciones hacia el municipio de Tópaga y más adelante con el municipio de Busbanzá, donde se ubica el puente denominado Puente Reyes, por medio del cual se continúa hasta llegar al municipio de Corrales.

El Tránsito Promedio Diario para la vía principal entre la Sogamoso y Puente Blanco, con una longitud de 14 km, es de 7.511 vehículos/día compuesto por un 62% de vehículos, 11 % de buses y 27% de camiones, de acuerdo con el estudio de volúmenes de tránsito y costos de operación, elaborado por el INVIAS en 2016. (Ver **Figura 3-7**). Para el Tramo Puente Blanco (Reyes) – Tasco el TPD es de 1980 vehículos /día con compuesto por un 59% de vehículos, 15 % de buses y 26% de camiones.

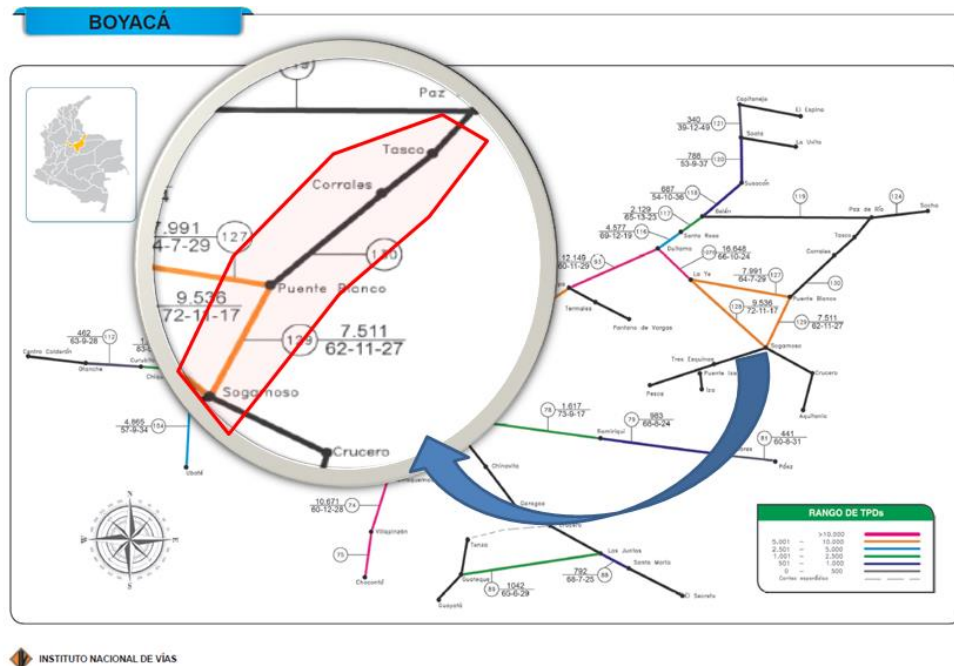


Figura 3-7 TPD para los Tramos Sogamoso – Puente Blanco (Reyes) y Puente Blanco (Reyes) – Corrales -Tasco

De acuerdo con la evaluación hecha por la UPTC para el presente estudio, en el tramo entre Puente Blanco (Reyes) y Tasco el TPD es de 9808 vehículos por día en donde el 46.9% son autos, el 15.9% son buses, el 17.5 camiones rígidos, 3.7% de camiones articulados, 16% motos.

A continuación, en la **Figura 3-8** se muestran la infra estructura vial asociada a cada uno de los municipios con influencia directa en APE en la cual se describen los tipos de estructura y estado de la misma.

En el municipio de Betétiva se recorrieron un total de 67,6 km en los cuales la infraestructura asociada se muestra en la figura, con gran cantidad en alcantarillas la mayoría en buen estado.

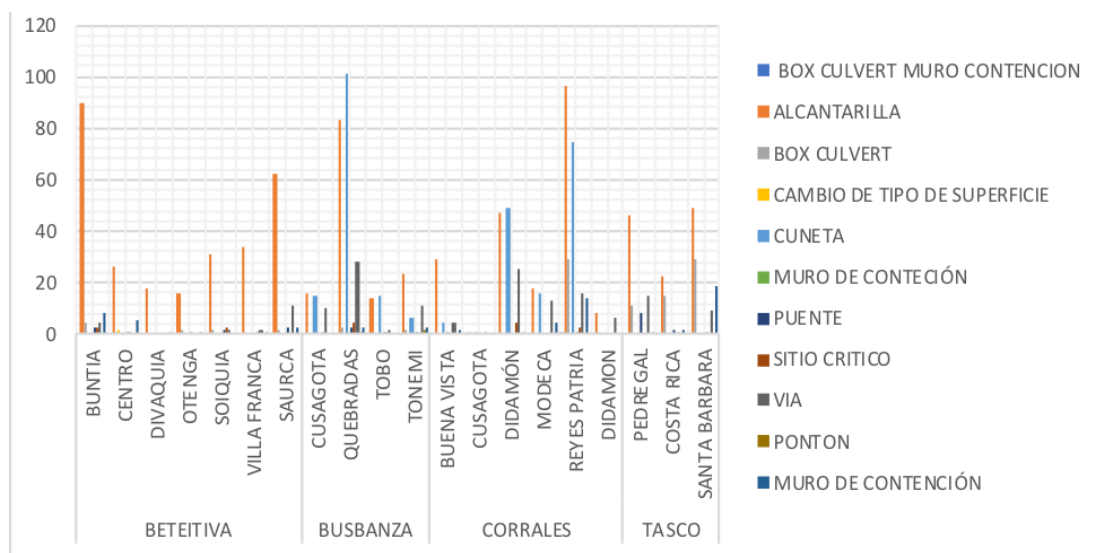


Figura 3-8 Infraestructura Hidráulica asociada a las vías

Fuente: INCITEMA-UPTC, 2019

En el municipio de Busbanzá se realizó el recorrido de aproximadamente 19.5km en los cuales se identifica que la infraestructura asociada más representativa son las alcantarillas junto con cunetas en la vereda Quebradas.

El municipio de Corrales es el municipio con mayor infraestructura asociada al inventario vial en el cual se recorrieron 35 km aproximadamente en la zona rural, en la cual se encuentran con gran densidad de alcantarillas, siendo la vereda Reyes Patria la más desarrollada en infraestructura.

En el municipio de Tasco con menor participación en el APE COR-15, se recorrieron 3 veredas de este municipio, se encuentra gran cantidad de alcantarillas en gran parte en buen estado, así como muros de contención en la vereda Santa Bárbara.

El total de elementos estructurales encontrados junto con la descripción más detallada se encuentran en la base de datos del inventario. (Ver **Tabla 3-6**).

Tabla 3-6 Infraestructura por tipo en cada municipio

MUNICIPIOS	ALCANTARILLA	BOX CULVERT	CAMBIO DE TIPO DE SUPERFICIE	CUNETAS	PUENTE	SITIO CRÍTICO	PONTÓN	MURO DE CONTENCIÓN	TOTAL GENERAL
BETEITIVA	243	11	2	0	10	7	0	18	291
BUNTIA	90	4			3	3		8	112
CENTRO	26	1	2		1	1		5	36
DIVAQUIA	18							1	19
OTENGA	16	2			1			1	20
SOIQUIA	31	2			2	3			40

MUNICIPIOS	ALCANTARILLA	BOX CULVERT	CAMBIO DE TIPO DE SUPERFICIE	CUNETAS	PUENTE	SITIO CRÍTICO	PONTON	MURO DE CONTENCIÓN	TOTAL GENERAL
SAURCA	62	2			3			3	81
BUSBANZA	136	5	0	137	5	6	3	6	298
CUSAGOTA	16			15		1			42
QUEBRADAS	83	3		101	3	4	1	3	226
TOBO	14			15	1	1			33
TONEMI	23	2		6	1		2	3	49
CORRALES	199	30	0	145	2	7	0	21	404
BUENA VISTA	29			4	1			2	40
CUSAGOTA	1			1					3
DIDAMÓN	47			49		4		1	126
MODECA	18			16				4	51
REYES PATRIA	96	29		75	1	3		14	235
DIDAMON	8	1							15
TASCO	117	55			11			22	205
CANELAS	22	15			2			2	42
SAN ISIDRO	46	11			8			1	81
SANTA BARBARA	49	29			1			19	107
TOTAL GENERAL	695	101	2	282	28	20	3	67	1198

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

3.2.2 Fases y Actividades del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto de perforación exploratoria se tienen contempladas las siguientes etapas:

3.2.2.1 Fase Previa

Durante esta etapa se desarrollarán las actividades correspondientes a selección de los sitios para adelantar la perforación exploratoria, la verificación de las condiciones socioambientales y legales de acuerdo con lo que establezca la licencia ambiental, la gestión inmobiliaria (compra de predios o constitución de servidumbres), la prospección arqueológica, los diseños de obras civiles tanto para las vías a emplear como para la construcción de la locación, la formulación del plan de manejo ambiental y las actividades correspondientes de información a partes interesadas como son comunidades del área de influencia específica o donde se realizará la actividad es decir el municipio y la(s) vereda(s) donde se adelantará la perforación exploratoria.

En esta etapa se adelantará lo pertinente con la contratación de personal calificado y no calificado para la fase constructiva y de Perforación.

3.2.2.2. Fase Constructiva

En esta etapa se realiza la intervención de las vías que se emplearán en el proyecto, ya sea porque se requiera adelantar mantenimiento o adecuaciones, así como la construcción (en caso de ser necesario) de la vía para acceder al sitio de la locación. Estas vías tendrán longitudes por tramo nuevo entre 2 y 3 kilómetros por plataforma, para un total de hasta 15 kilómetros para las 6 plataformas. Los anchos de banca serán de hasta 7 metros.

Previo a estas actividades estarán las movilizaciones de equipos y maquinaria, los trabajos de topografía para la localización y replanteo necesario de las intervenciones, así como la señalización informativa y preventiva, la conformación de zonas de disposición de material estéril o ZODMES las cuales se localizarán en forma contigua a las plataformas y permitirán el almacenamiento organizado del producto del descapote, de los cortes tanto en vías como en plataformas y cerca de los cuales están temporalmente las zonas de acopio de materiales de construcción, parqueo de maquinaria y vehículos.

En este proceso se realizará igualmente el acondicionamiento del sitio donde se realizará la captación de agua para las obras, se adelantarán las ocupaciones de cauce necesarias para el refuerzo y ampliación del tablero o la reconformación de las estructuras hidráulicas (puentes, pontones, box, alcantarillas) así como su mantenimiento o limpieza para que no pierda su capacidad hidráulica.

Igualmente se realizará la construcción de la plataforma, la cual tendrá una superficie de hasta 3 hectáreas donde se localizarán el taladro y sus equipos, el campamento y oficina, los equipos de control de sólidos, los sistemas de tratamiento de agua potable y aguas residuales, el quemadero, el patio de tubería, los equipos auxiliares, la zona de aspersión, las bodegas de almacenamiento de insumos, el área de circulación de personal y equipos, la zona de almacenamiento de combustibles, la zona del helipuerto, las piscinas o la zona de tanques y zona de parqueadero.

El proceso constructivo ya sea para vías o para plataformas iniciará con el descapote tras la señalización y delimitación de las zonas a intervenir, seguidamente se realizarán movimientos de tierra ya sea producto del corte o el relleno que el diseño haya establecido. Se realizará la conformación y estabilización de taludes, la conformación de las estructuras de concreto.

3.2.2.3 Fase de Perforación

La fase de perforación exploratoria iniciará con la movilización del taladro y los equipos asociados, la cual implica el desplazamiento de aproximadamente 80 tractocamiones, junto con camabajas y otros vehículos hacia la plataforma, para lo cual se realizarán las reuniones informativas y la coordinación necesaria con las autoridades departamentales y municipales para el tránsito de las cargas, sin ocasionar dificultades en la movilidad cotidiana de la región y previniendo toda suerte de situaciones de riesgo.

Una vez las cargas se encuentran en la plataforma inicia el proceso de armado y puesta en operación, es decir, se da inicio al proceso de perforación. Es importante anotar que por cada plataforma se perforarán hasta dos (2) pozos, para un total de doce (12), teniendo en cuenta que serán seis (6) plataformas.

La perforación de cada pozo será de 7.000 pies en promedio. La perforación se desarrollará en un período de aproximadamente 45 días. En el proceso de perforación se realizará el manejo de los

lodos y los cortes de perforación, el manejo de residuos líquidos y sólidos de origen tanto doméstico como industrial, la movilización de carotantes para la captación de agua.

3.2.2.4 Fase Pruebas de Producción

Terminada la perforación se realizarán pruebas cortas de producción, para lo cual se realizará un primer montaje de equipos, los cuales se incrementarán si los resultados dan lugar a las pruebas largas de producción, las cuales tendrán un promedio de duración de seis (6) meses, un año o el tiempo que las condiciones que presente el pozo hagan necesaria su evaluación.

En ese segundo caso se realiza la ampliación de la locación en aproximadamente una (1) hectárea, para localizar los equipos requeridos y realizar su montaje junto con el montaje de estructuras metálicas tales como tubería, tanques y otros equipos como la tea y el cargadero.

Para la movilización de los fluidos de las pruebas de producción se contará con carotantes o se realizará el tendido de líneas de flujo hasta un lugar de entrega que puede ser una estación adicional que se conforme, la cual tendría aproximadamente una hectárea de ocupación y en la cual se localizarían los tanques y el cargadero, desde donde se llevarían los fluidos como el petróleo y el gas hacia estaciones de recibo próximas o que cuenten con capacidad de recibo. Las aguas de producción tratadas se dispondrían mediante aspersión en el suelo o se llevarían a sitios autorizados para su disposición final.

3.2.2.5 Fase de Desmantelamiento, Abandono y Restauración

En el evento que los pozos no presenten resultados positivos se pasará a la fase de desmantelamiento y abandono, en la que se procede con el retiro de los equipos e infraestructura instalada en la plataforma y en las facilidades tempranas de producción. Se realiza la demolición de estructuras de concreto, retiro de escombros, revegetalización, restitución de la servidumbre.

➤ Vías de Acceso al área y locaciones

• Corredores de Acceso

Para realizar las actividades previstas para el Área de Perforación Exploratoria COR-15 se plantea el uso de las vías presentadas a continuación en la **Tabla 3-7**.

Tabla 3-7 Vías de Acceso a Emplear en la Perforación Exploratoria

Vía	Clasificación	Inicio	Coordenada		Fin	Coordenada	Longitud Km	Características	
	INVIAS							Superficie	Ancho m.
1	Secundaria	Límite sur del APE sector Malpaso.	E	1,137,265	Límite norte del APE sector Costa Rica.	1,142,422	18.32	Pavimentada	8
			N	1,134,999		1,143,011			
1.1	Tipo 4	San Antonio - Corrales	E	1,136,283	Límite sur vía Omega	1,134,884	2.23	Afirmado	3
			N	1,136,254		1,134,999			
1.2	Tipo 4	Desvío Modécá - La Copa	E	1,136,134	Límite sur vía Modécá	1,136,152	1.28	Afirmado	3
			N	1,135,981		1,134,994			
2.1	Terciaria	Desvío a Betétiva	E	1,139,354	Desvío Tráfico pesado vía Betétiva.	1,139,621	6.29	Afirmado	5
			N	1,142,035		1,144,476			
2.2	Tipo 4	Desvío tráfico pesado vía Betétiva	E	1,139,621	Límite occidental del bloque vía Divaquia.	1,139,698	9.03	Afirmado	3
			N	1,144,476		1,149,268			

Vía	Clasificación	Inicio	Coordenada		Fin	Coordenada	Longitud Km	Características	
	INVIAS							Superficie	Ancho m.
3	Tipo 4	Desvío Sika, vía a Tasco.	E	1,137,283	Reyes Patria sector Bebederos.	1,139,280 E	3.69	Afirmado	3
			N	1,137,646		1,137,594 N			
4.1	Tipo 4	Límite sur del bloque, vía Bujío-Reyes Patria.	E	1,138,172	Reyes Patria, límite oriental APE	1,140,025	5.25	Afirmado	4
			N	1,134,993		1,137,115			
4.2	Tipo 4	Desvío Escuela Reyes Patria.	E	1,138,975	Intersección vía Tasco, minas Buga.	1,139,730	5.82	Afirmado	3-3.5
			N	1,137,188		1,140,233			
5	Secundaria	Avenida de acceso a Corrales.	E	1,136,965	Salida a Cusagota en Busbanza.	1,132,147	6.13	Pavimentada	5
			N	1,136,331		1,136,845			
6	Tipo 4	Desvío Tráfico pesado vía Betétiva	E	1,139,621	Intersección vía Divaquía.	1,140,012	6.97	Afirmado	3-3.5
			N	1,144,476		1,147,714			
7	Terciaria	La Montonera, vía Betétiva	E	1,138,853	Limite occidental del APE, vía a Otengá	1,135,801	4.65	Afirmado	6
			N	1,143,826		1,145,232			
8	Tipo 4	Salida Didamón vía a Busbanza	E	1,136,151	Placa Huella de Cusagota, Cabaña.	1,133,029	6.63	Afirmado	3
			N	1,136,335		1,138,662			
9	Tipo 4	Arenas Peña Blanca K25+100 de la vía 1.	E	1,140,014	Escuela Canelas del Municipio de Tasco	1,141,519	5.06	Afirmado	3.5
			N	1,142,714		1,140,008			
10	Tipo 4	Desvío a Saurca vía Divaquía	E	1,138,983	Saurca Parte alta	1,138,039	2.59	Afirmado	3
			N	1,146,271		1,147,262			
11	Tipo 4	Desvío minas Mario Q.	E	1,139,718	Finca de Castro.	1,140,469	1.32	Afirmado	3
			N	1,137,253		1,137,810			
12	Tipo 5	Palo Armado	E	1,139,795	Intersección vía 11	1,139,910	0.37	Rasante	2.5
			N	1,138,062		1,137,727			
13	Tipo 5	Puente Río Chicamocha, Corrales	E	1,136,744	Punto de captación 2	1,136,800	0.11	Rasante	3
			N	1,136,430		1,136,380			
14	Tipo 5	Puente Río Chicamocha a Betétiva	E	1,138,815	Punto de captación 1	1,138,767	0.34	Rasante	2.5
			N	1,142,457		1,142,380			

A continuación Figura 3-9 Vías de Acceso y Tránsito en el APE COR-15.

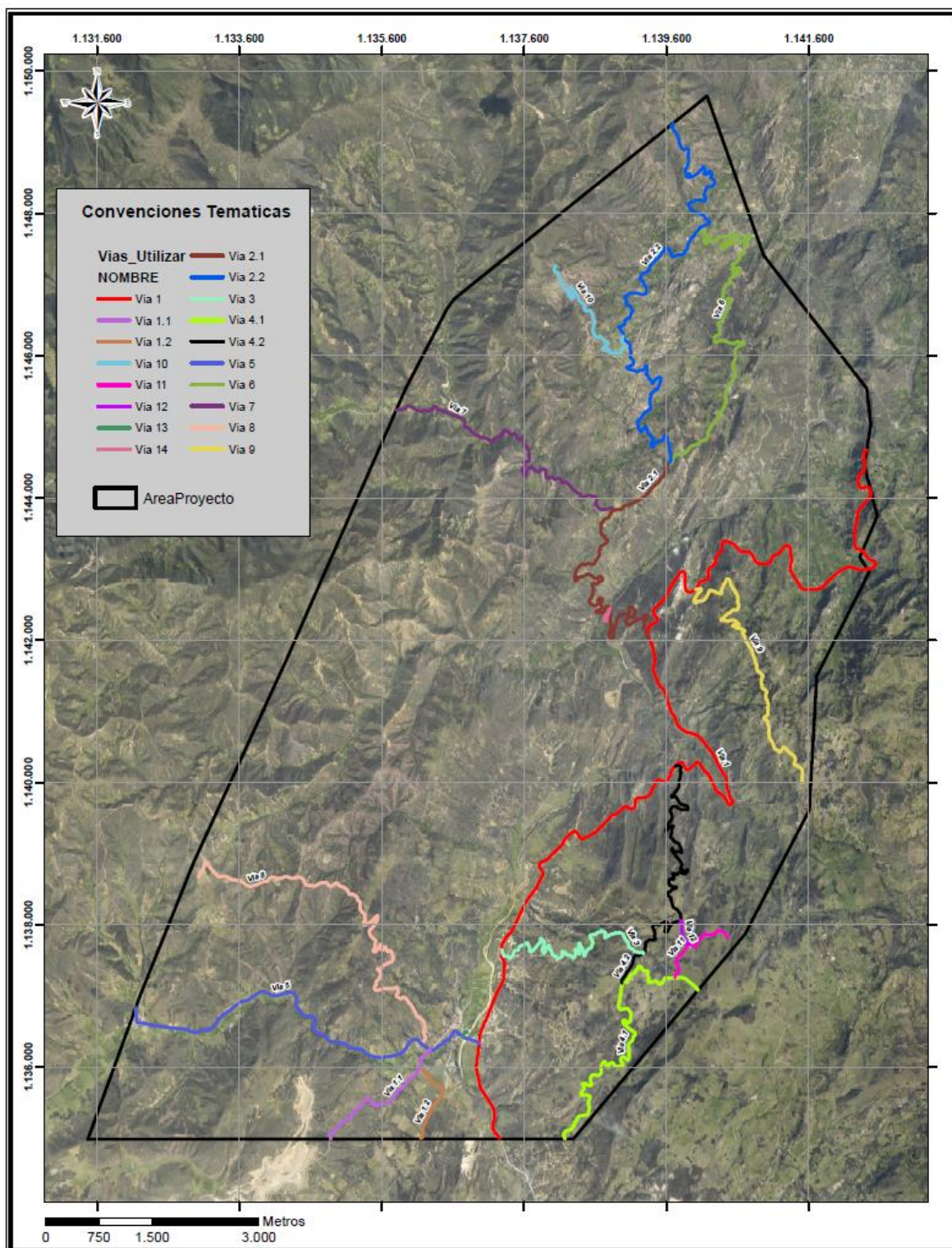


Figura 3-9 Vías de Acceso y Tránsito en el APE COR-15

Fuente: Google Earth - UPTC, 2019

• **Vía 1 - Sogamoso – Corrales – Tasco (Figura 3-10)**

Para el tramo entre Sogamoso y Tasco, se tiene una vía pavimentada recientemente por el INVIAS en el año 2017. Este tramo de vía pavimentada cuenta con una sección típica con los siguientes elementos:

Dos (2) carriles de 3.00 m de ancho
Bermas de 0.5 m de ancho.
Cunetas longitudinales revestidas en concreto con ancho variable según diseño.
Bombeo transversal según diseño

De acuerdo con la clasificación del INVÍAS, por tener un ancho inferior a 7.3m, aun siendo pavimentada, se clasifica esta vía como secundaria.

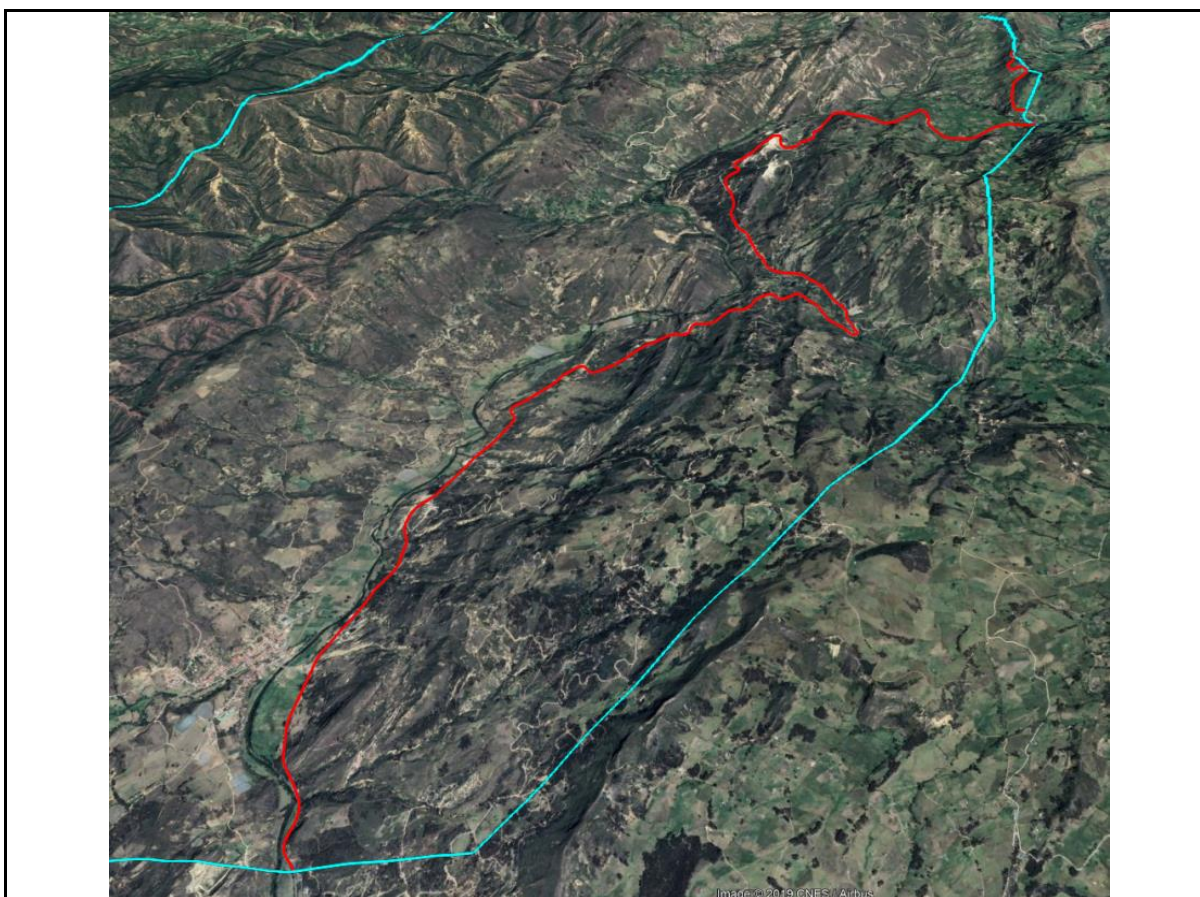
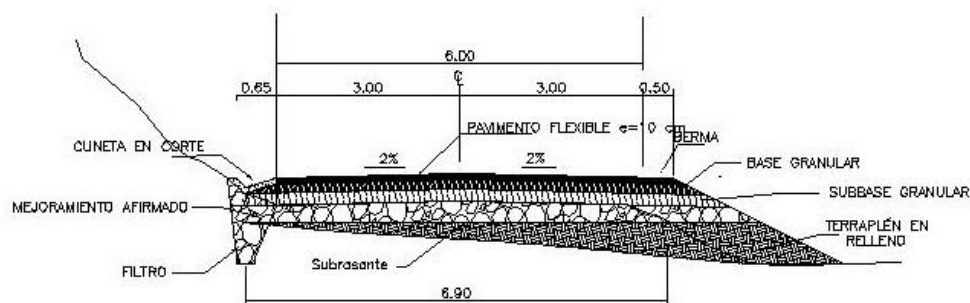


Figura 3-10 Vía 1

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	28 km	kilómetros	CLASIFICACIÓN
(INVIAS)			
Sogamoso – Corrales- Tasco Vía Tipo 2: Vía departamental en Pavimento Flexible			



SECCION TIPICA DE VIA
PAVIMENTADA

Figura 3-11 Sección típica y estructura de vía pavimentada

Fuente: UPTC - M&P COLOMBIA, 2019

PERFIL DE LA VÍA



**Fotografía 3-5 Infraestructura existente en
vía pavimentada Sogamoso - Tasco**

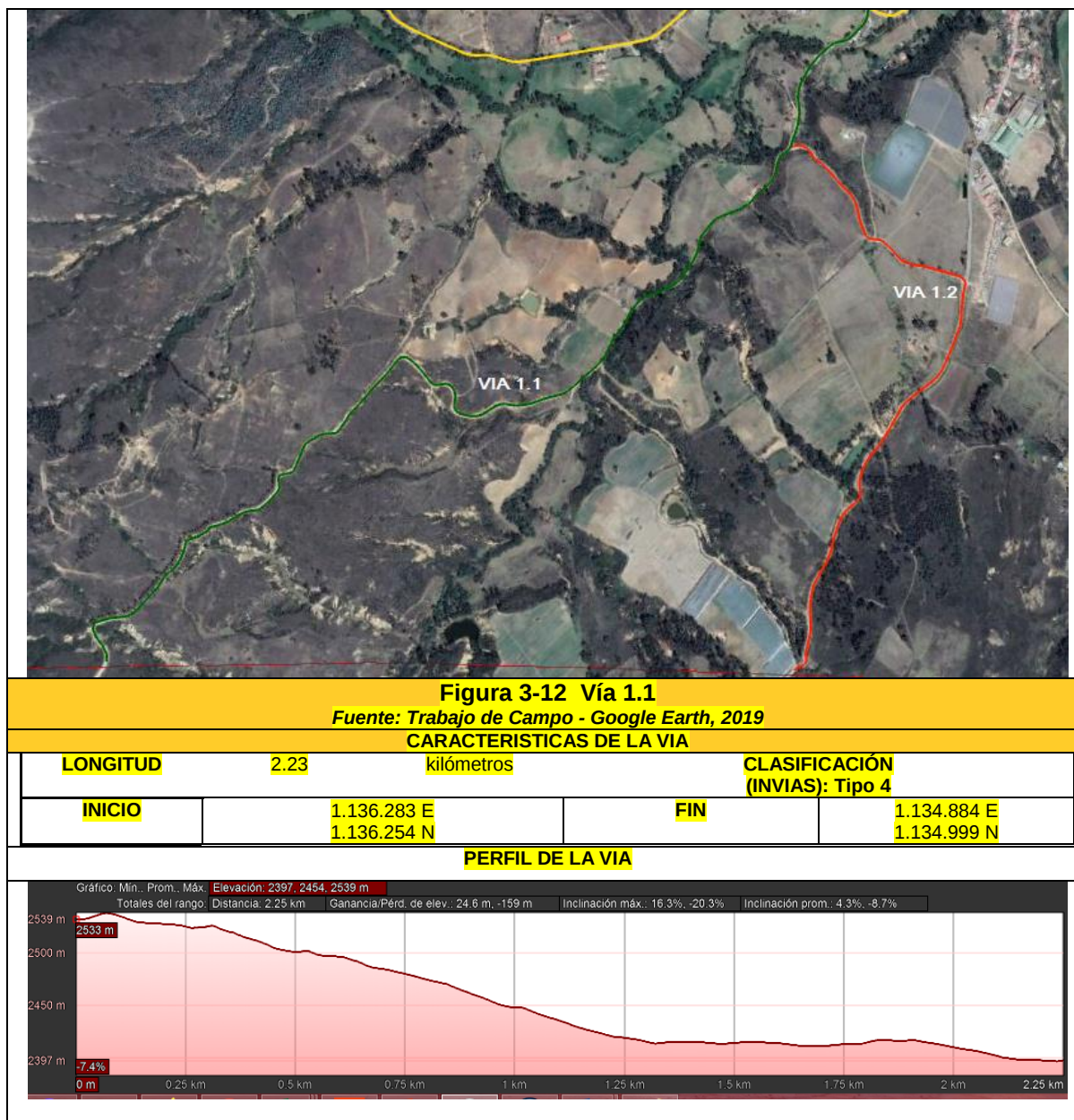


**Fotografía 3-6 Sección transversal tipo, a
lo largo de la vía Sogamoso - Tasco**

La medición del Tránsito Promedio Diario TPD se realizó para este corredor por cuanto es el que presenta la mayor cantidad de tráfico en el sector, por cuanto es el eje principal de desplazamiento y el que conecta los cuatro municipios, así como a Sogamoso como capital de Provincia con la sección norte de la misma, es decir con Socha y Paz del Río entre otros. Las mediciones se realizaron durante tres días conforme a la metodología desarrollada por el INVIAS indican que es de TPD es de 9808 vehículos, vehículos por día en donde el 46.9% son autos, el 15.9% son buses, el 17.5 camiones rígidos, 3.7% de camiones articulados, 16% motos. (Ver **Fotografía 3-5** y **Fotografía 3-6**).

• **Vía 1.1 hacia sector Sur de Corrales (Figura 3-12)**

Vía Tipo 4, esta vía inicia en el sector San Antonio de Corrales en la salida hacia la vereda de Corrales, y llega hasta el límite sur del APE. Tiene una longitud total de 2.23 km, y requerirá la instalación de material de afirmado a lo largo de toda su longitud. El espesor definitivo del afirmado a instalar se deberá definir una vez se realicen los estudios de suelos correspondientes a la etapa de diseño, si se llegara a emplear este sitio como la alternativa definitiva a construir.



Esta vía comunica a los municipios de Corrales y Nobsa, y pasa cerca de las instalaciones de Omega Energy. Cuenta con un ancho promedio de 3m, pendientes longitudinales que en algunos puntos superan el 12%, y material de capa de rodadura de baja especificación lo cual hace que se

requiera la instalación de afirmado en espesores de 15 a 20cm a lo largo de algunos tramos, así como la corrección de algunos alineamientos horizontales y verticales para que la vía pueda ser utilizada para el tránsito de cargas. (Ver **Fotografía 3-7** hasta la **Fotografía 3-10**).



Fotografía 3-7 Pontones construidos en madera que deben ser reemplazados para tránsito de cargas de taladro



Fotografía 3-8 Vía en afirmado (material muy fino), con obras de drenaje longitudinal y transversal sin mantenimiento



Fotografía 3-9 Alcantarillas parcialmente obstruidas por vegetación y sedimentos, generando pérdida de la capacidad hidráulica de la estructura



Fotografía 3-10 Capa de rodaduras que requiere en varios tramos la instalación de material de afirmado en longitud total superior a 1.0 km, con espesor y ancho variable

Por otra parte, algunas de las obras hidráulicas construidas cuentan con estructuras de paso en madera, así como estribos en piedra pegada que deberán ser reemplazados para que sean habilitados para el paso de las cargas propias de un equipo de perforación.

En términos generales las alcantarillas localizadas a lo largo de este corredor se encuentran en buen estado estructural, pero la falta de mantenimiento ha generado que muchas de ellas pierdan un importante porcentaje de su capacidad de drenaje, tanto por acumulación de gravas y arenas, como por la invasión lateral de la vegetación en algunos puntos.

• **Vía 1.2 hacia sector Sur de Corrales (Figura 3-13)**



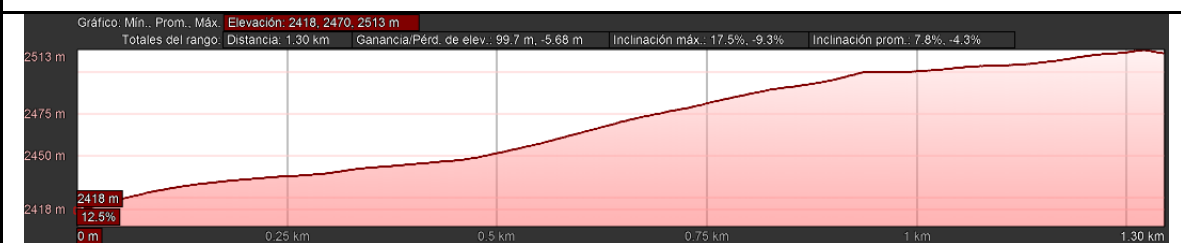
Figura 3-13 Vía 1.2

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VIA

LONGITUD	1.28	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.136.134 E 1.135.981 N	FIN	1.136.152 E 1.134.994 N

PERFIL DE LA VIA



Vía Tipo 4, está localizado al sur del municipio de Corrales y corresponde a un tramo de la vía de acceso a la vereda Modecá con una longitud de 1.28 km iniciando en el sitio denominado La Copa y llegando al límite sur del APE; requerirá la instalación de material de afirmado a lo largo de toda su longitud. (Ver **Fotografía 3-11** hasta la **Fotografía 3-14**).



Fotografía 3-11 Vía angosta con capa de rodadura en arena y ancho inferior a 3m



Fotografía 3-12 Cruce en "U" por área urbana de Corrales, a la derecha continúa vía Tipo4 hacia Belencito y Nobsa



Fotografía 3-13 Sitio propuesto para construcción de una bahía de sobrepaso para permitir el cruce de vehículos en sentido contrario durante movilización y operación



Fotografía 3-14 Vía de acceso Tipo 4, sección típica de la vía

- Vía 2.1 hacia Casco Urbano del Municipio de Betétiva (Figura 3-14)**

Se empleará la vía terciaria desde la derivación de la vía pavimentada, que conduce hacia el casco urbano del municipio de Betétiva. En la mayoría de su longitud cuenta con dos carriles y un ancho promedio de 5m. La vía se encuentra en buen estado general, ya que se evidencia que se está realizando mantenimiento preventivo y correctivo a lo largo de todo el tramo. Este tramo de vía sin pavimentar cuenta con una sección típica con los siguientes elementos:

Dos (2) carriles de ancho variable entre 2.2 m y 2.5 m.

Sin Bermas.

Cunetas longitudinales conformadas en tierra con motoniveladora.

Estructuras de drenaje transversal tipo alcantarilla sencilla, con estructuras de encole y descole en concreto.

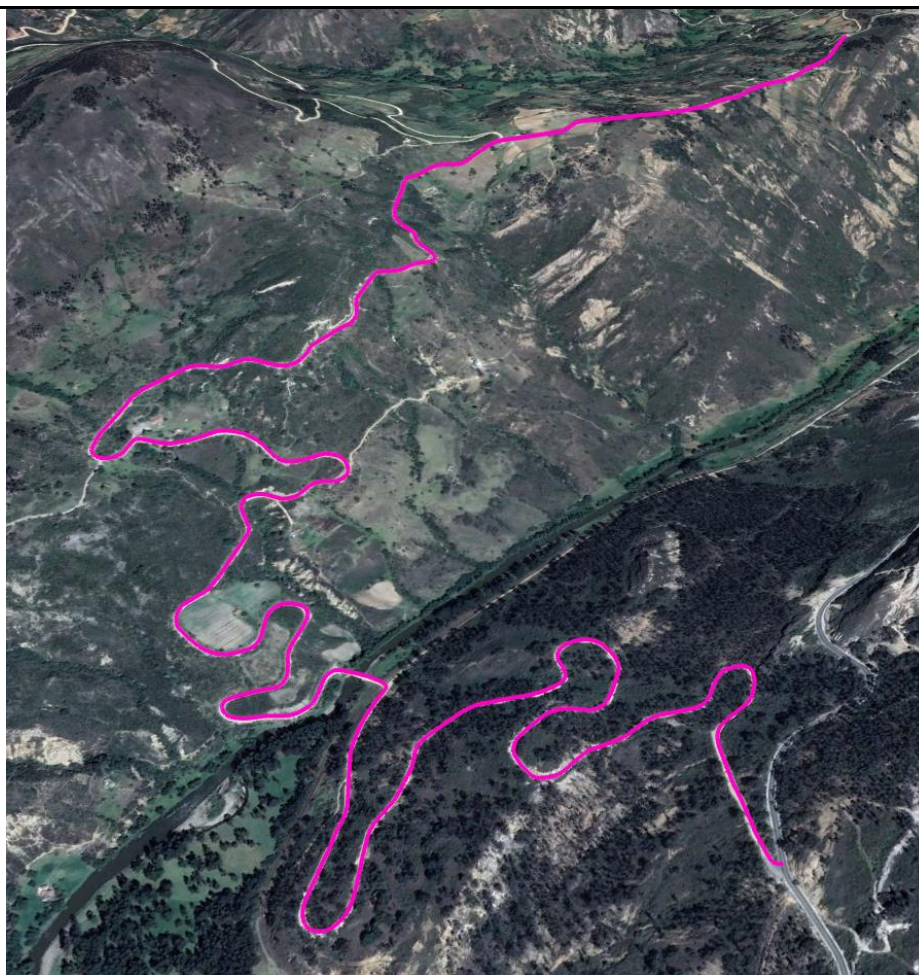


Figura 3-14 Vía 2.1

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	6.29	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Terciaria
INICIO	1.139.354 E 1.142.035 N	FIN	1.139.621 E 1.144.476 N

PERFIL DE LA VÍA





**Fotografía 3-15 Inicio Vía 2.1 Abcisa:
K0+000
Coordenadas:
1.139.277 E, 1.142.033 N**



**Fotografía 3-16 Fin Vía 2.1 Abcisa: K6+290
Coordenadas:
1.139.623 E, 1.144.473 N**



**Fotografía 3-17 Punto de inicio de vía
terciaria hacia casco urbano de Betétiva**



**Fotografía 3-18 Vista general del estado
actual de la vía terciaria con mantenimiento
reciente**



**Fotografía 3-19 Puente sobre el río
Chicamocha: En buenas condiciones, pero
requiere reemplazo de barandas para paso
de cargas**



**Fotografía 3-20 Obras de mantenimiento a
lo largo de este tramo de vía terciaria**

Esta vía se encuentra en buen estado, con condiciones de transitabilidad favorables para cualquier tipo de vehículo (ver **Fotografía 3-15** a la **Fotografía 3-18**.) Solo se encuentra un punto crítico que corresponde al puente sobre el Río Chicamocha (PT1) el cual deberá ser intervenido para mejorar las condiciones (ver **Fotografía 3-19** y **Fotografía 3-20**). Este puente tiene un ancho de calzada de 3.7m y barandas a lado y lado del mismo. Información de tallada en la **Tabla 3-8**.

Tabla 3-8 Información Vía 2.1

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Terciaria	1139332	1142075	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,7	24	K0+040
A2	Terciaria	1139315	1142102	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,0	24	K0+080
A3	Terciaria	1139289	1142215	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,9	24	K0+200
A4	Terciaria	1139329	1142313	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K0+310
A5	Terciaria	1139267	1142317	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,5	24	K0+450
A6	Terciaria	1139256	1142301	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,3	24	K0+460
A7	Terciaria	1139050	1142228	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,8	24	K0+710
A8	Terciaria	1139032	1142277	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,8	24	K0+760
A9	Terciaria	1139147	1142352	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,3	24	K0+930
A10	Terciaria	1139080	1142398	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,8	24	K1+180
A11	Terciaria	1138983	1142362	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,7	20	K1+290
A12	Terciaria	1138929	1142340	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,3	20	K1+350
A13	Terciaria	1138894	1142275	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,1	24	K1+430
A14	Terciaria	1138862	1142157	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,4	24	K1+560
A15	Terciaria	1138815	1142161	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,5	24	K1+830
A16	Terciaria	1138815	1142278	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,5	24	K1+950
PT1	Terciaria	1138790	1142472	BUNTIA	PUENTE	3,7	0	K2+180
A17	Terciaria	1138659	1142391	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K2+360
A18	Terciaria	1138684	1142502	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,8	24	K2+570
A19	Terciaria	1138619	1142499	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,4	24	K2+790
A20	Terciaria	1138549	1142509	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,1	24	K2+880
A21	Terciaria	1138565	1142648	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,4	24	K3+050
A22	Terciaria	1138573	1142690	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,0	24	K3+090
BC1	Terciaria	1138561	1142784	BUNTIA	BOX CULVERT	4,7	0	K3+200
A23	Terciaria	1138647	1142813	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,6	24	K3+300
A24	Terciaria	1138639	1142886	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,0	24	K3+460
A25	Terciaria	1138586	1142882	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,5	24	K3+530
A26	Terciaria	1138499	1142931	BUNTIA	ALCANTARILLA	3,9	24	K3+630
A27	Terciaria	1138366	1142886	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,0	24	K3+780
A28	Terciaria	1138318	1142897	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,7	24	K3+930
A29	Terciaria	1138375	1143033	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,2	24	K4+080
A30	Terciaria	1138405	1143062	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,0	24	K4+120

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A31	Terciaria	1138497	1143079	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,2	24	K4+220
MC1	Terciaria	1138496	1143077	BUNTIA	MURO DE CONTENCIÓN	5,2	0	K4+220
MC2	Terciaria	1138602	1143114	BUNTIA	MURO DE CONTENCIÓN	4,0	0	K4+360
A32	Terciaria	1138601	1143117	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K4+360
A33	Terciaria	1138657	1143247	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,4	36	K4+500
BC2	Terciaria	1138683	1143323	BUNTIA	BOX CULVERT	4,3	0	K4+600
A34	Terciaria	1138729	1143348	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,4	24	K4+650
A35	Terciaria	1138709	1143478	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,2	24	K4+820
MC3	Terciaria	1138689	1143496	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,2	0	K4+850
A36	Terciaria	1138682	1143570	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,3	24	K4+940
A37	Terciaria	1138683	1143632	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,5	24	K5+00
A38	Terciaria	1138724	1143690	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,1	24	K5+080
A39	Terciaria	1138816	1143778	BUNTIA	ALCANTARILLA	3,9	24	K5+210
A40	Terciaria	1138949	1143837	BUNTIA	ALCANTARILLA	4,7	24	K5+363
A41	Terciaria	1139558	1144305	BUNTIA	ALCANTARILLA	5,8	24	K6+153
MC4	Terciaria	1139586	1144370	BUNTIA	MURO DE CONTENCIÓN	6,1	0	K6+228
BC3	Terciaria	1139586	1144389	BUNTIA	BOX CULVERT	6,1	0	K6+258

• **Vía 2.2 Desvío Tráfico pesado – Limite occidental del Área (Figura 3-15)**

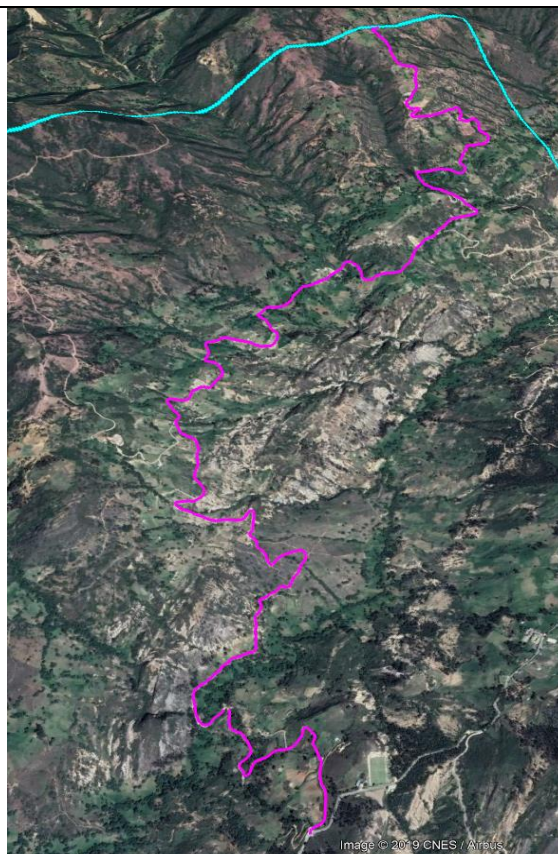


Figura 3-15 Vía 2.2

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	9.03	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.139.621 E 1.144.476 N	FIN	1.139.698 E 1.149.268 N

PERFIL DE LA VÍA



Esta vía conduce a la vereda Divaquía del municipio de Betétiva. Inicia en el sitio demarcado como “Desvío tráfico pesado”, con una longitud de 9.03 km, clasificada como vía Tipo 4 y cuenta con un ancho promedio de 3.0 m. El estado de la vía denotaba un mantenimiento de vía reciente con adición de material. Se pudo evidenciar además que se estaba ejecutando mantenimiento a algunas de las alcantarillas, por lo cual algunas se encontraban libres de sedimentos y vegetación que disminuyera su capacidad hidráulica.

Esta es una vía en términos generales de baja especificación, con características de diseño para el tránsito de vehículos de carga medianos como volquetas, pero no apta para tracto camiones. Tiene una pendiente longitudinal de ascenso y descenso que supera el 12%, lo cual hace que para el tránsito de cargas de taladro se requiera de asistencia de vehículos de carga adicionales, o de la instalación de una superficie de rodadura que les permita a los vehículos contar con mayor tracción de que la que el afirmado puede brindar. (Figura 3-16).



Inicio Vía 2.2 Abscisa: K0+00
Coordenadas:
1.139.621 E, 1.144.476 N



Final Vía 2.2 Abscisa: K9+030
Coordenadas:
1.139.698 E, 1.149.268 N

Figura 3-16 Situación actual del inicio y final de la vía 2.2

A continuación, se presenta el registro fotográfico georreferenciado, de los sitios dónde se vienen presentando los puntos que requerirán intervención para permitir el paso de vehículos de carga tipo tracto camión. (Ver **Fotografía 3-21** a la **Fotografía 3-22**).



Fotografía 3-21 Punto para revisión de diseño geométrico por posible incumplimiento de longitudes mínimas de alineamientos



Fotografía 3-22 Punto identificado para revisión de radio de curvatura mínimo para tractocamiones



Fotografía 3-23 Punto identificado para revisión de radio de curvatura mínimo para tractocamiones



Fotografía 3-24 Puente con estructura en troncos de madera y estribos en concreto, se recomienda cambiar la estructura completa



Fotografía 3-25 Paso de canal de riego local con estructura de paso en madera



Fotografía 3-26 Paso de canal de riego local con estructura de paso en madera

Tabla 3-9 Información Vía 2.2

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Tipo 4	1139633	1144499	SAURCA	ALCANTARILLA	6	24	K0+060
A2	Tipo 4	1139639	1144678	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+220
MC1	Tipo 4	1139640	1144739	SAURCA	MURO DE CONTENCIÓN	3	0	K0+280
A3	Tipo 4	1139631	1144764	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+310
A4	Tipo 4	1139605	1144861	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+410
A5	Tipo 4	1139521	1144805	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+560
MC2	Tipo 4	1139411	1144805	SAURCA	MURO DE CONTENCIÓN	3	0	K0+840
A6	Tipo 4	1139391	1144864	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+905
A7	Tipo 4	1139317	1144995	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+070
A8	Tipo 4	1139296	1144991	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+120
P1	Tipo 4	1139241	1144941	SAURCA	PUENTE	4	0	K1+170
P2	Tipo 4	1139208	1144981	SAURCA	PUENTE	3	0	K1+270

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A9	Tipo 4	1139272	1145176	SAURCA	ALCANTARILLA	4	24	K1+470
A10	Tipo 4	1139367	1145396	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+770
A11	Tipo 4	1139409	1145489	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+870
A12	Tipo 4	1139514	1145635	SAURCA	ALCANTARILLA	4	24	K2+070
A13	Tipo 4	1139443	1145667	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K2+270
A14	Tipo 4	1139047	1145833	SAURCA	ALCANTARILLA	4	24	K2+870
A15	Tipo 4	1139103	1146049	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K3+170
A16	Tipo 4	1139011	1146222	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K3+370
A17	Tipo 4	1138993	1146291	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K3+470
A18	Tipo 4	1138937	1146407	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K3+670
A19	Tipo 4	1139018	1146489	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K3+770
A20	Tipo 4	1139110	1146582	SAURCA	ALCANTARILLA	4	24	K3+970
A21	Tipo 4	1139040	1146724	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K4+170
BC1	Tipo 4	1139032	1146840	SAURCA	BOX CULVERT	3	0	K4+270
A22	Tipo 4	1139123	1146887	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K4+370
A23	Tipo 4	1139254	1146861	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K4+470
A24	Tipo 4	1139313	1146895	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K4+570
BC2	Tipo 4	1139267	1147162	SAURCA	BOX CULVERT	3	0	K4+870
P3	Tipo 4	1139593	1147520	SAURCA	PUENTE	4	0	K5+410
A25	Tipo 4	1139640	1147496	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K5+490
A26	Tipo 4	1139864	1147460	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K5+780
A27	Tipo 4	1139911	1147579	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K5+930

• **Vía 3 Sika – Reyes Patria sector Los Bebederos (Figura 3-17)**

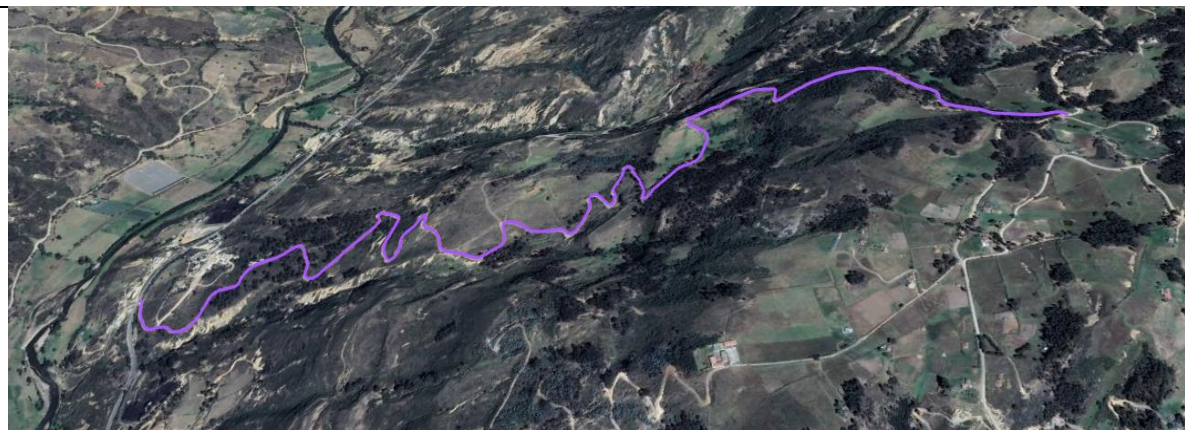


Figura 3-17 Vía 3

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	3.69	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.137.283 E 1.137.646 N	FIN	1.139.280 E 1.137.594 N

Perfil de la Vía



Es una vía tipo 4 según INVIAS, inicia en el K15+300 de la vía Sogamoso – Tasco (desvío a SIKA) y termina en el cruce con la vía Reyes Patria – Canelas (vía 4.1) en el sector Los Bebederos. Tiene una longitud de 3.69 Km. Su trazado recorre la vereda Reyes Patria del municipio de Corrales, tiene un ancho de calzada promedio de 3m, se encuentra en regular estado, tiene una fuerte pendiente y curvas con radio pequeño. La transitabilidad se da para vehículos de un eje. En la **Figura 3-18** se muestra las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.



Inicio Vía 3 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.137.283 E, 1.137.646 N

Fin Vía 3 Abscisa: K3+690

Coordenadas:

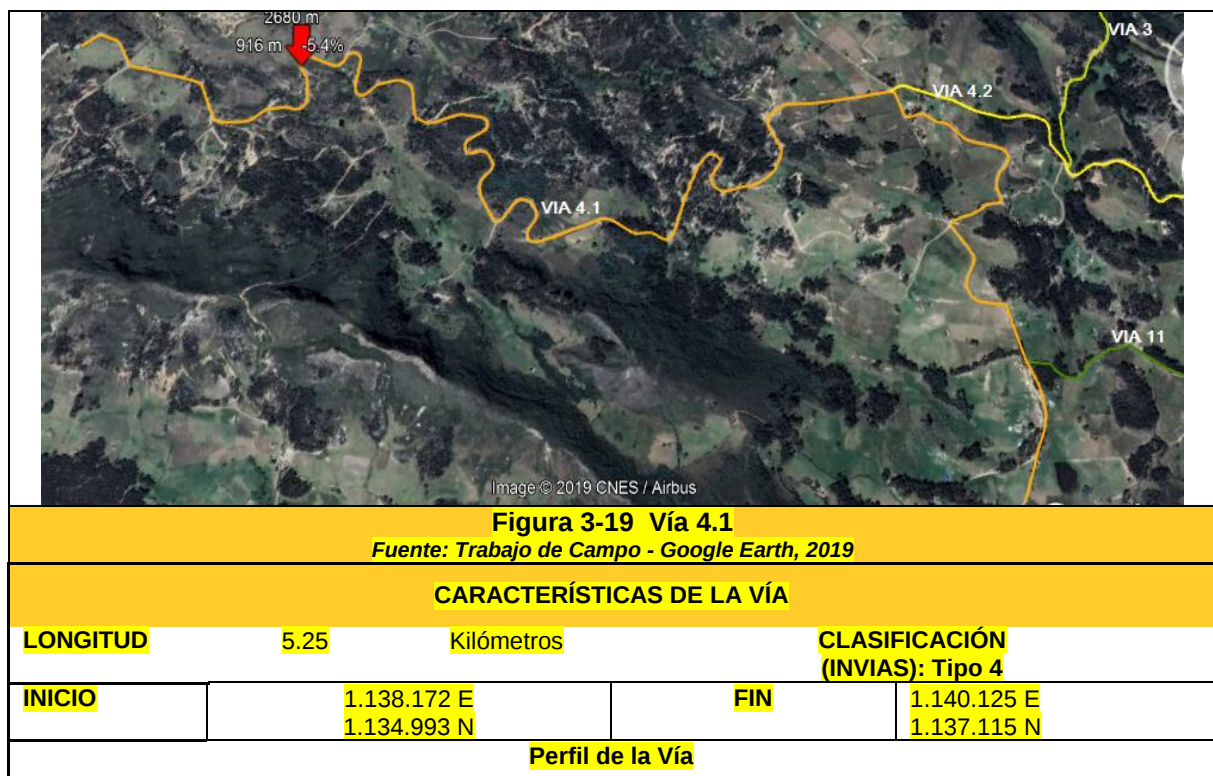
1.139.280 E, 1.137.594 N

Figura 3-18 Situación actual del inicio y final de la vía 3

Tabla 3-10 Información Vía 3

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Tipo 4	1139291	1137581	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K0+000
A2	Tipo 4	1139184	1137614	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	36	K0+120
A3	Tipo 4	1139076	1137687	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	36	K0+260
A4	Tipo 4	1139029	1137774	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,2	36	K0+360
A5	Tipo 4	1138852	1137868	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K0+610
A6	Tipo 4	1138478	1137627	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	36	K1+320
A7	Tipo 4	1138412	1137713	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	16	K1+430
A8	Tipo 4	1138395	1137711	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,4	16	K1+550
A9	Tipo 4	1138044	1137566	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	36	K2+220
A10	Tipo 4	1137984	1137645	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,2	36	K2+230
A11	Tipo 4	1137872	1137728	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,2	36	K2+754
A12	Tipo 4	1137773	1137707	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	16	K2+945

• **Vía 4.1 Vía Bujío – Reyes Patria parte alta. (Figura 3-19)**





Es una vía tipo 4 según clasificación del INVIAS, inicia en el desvío sobre la vía Sogamoso – Tasco en el K11+400 sector el Bujío; pero para este apartado, el tramo de interés inicia en el límite sur del APE en el sector Llano Parado y termina en la parte alta de Reyes Patria. Tiene una longitud de 5.25 Km, su trazado recorre la vereda Reyes Patria del municipio de Corrales, tiene un ancho de calzada promedio de 4m, se encuentra en regular estado y es la que presenta más tránsito en el municipio por ser la zona minera de carbón en Corrales. La **Tabla 3-11** presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta. En la **Figura 3-20** nos muestra las condiciones de inicio y final de la vía.



Inicio Vía 4.1 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.138.172 E, 1.134.993 N

Fin Vía 4.1 Abscisa: K5+250

Coordenadas:

1.139.352 E, 1.137.188 N

Figura 3-20 Situación actual del inicio y final de la vía 4.1

Esta vía presenta una zona crítica en el K2+750 donde se encuentra un box couvert sobre una curva, el cual debe ser intervenido para mejorar el radio de la misma. (Ver **Tabla 3-11**)

Tabla 3-11 Información Vía 4.1

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Terciaria	1138221	1135114	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K0+150
A2	Terciaria	1138323	1135226	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K0+310
A3	Terciaria	1138362	1135293	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K0+400
A4	Terciaria	1138431	1135321	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K0+480
A5	Terciaria	1138502	1135359	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	36	K0+560

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A6	Terciaria	1138518	1135446	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,5	36	K0+650
A7	Terciaria	1138529	1135581	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K0+800
A8	Terciaria	1138468	1135615	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	24	K0+870
A9	Terciaria	1138449	1135706	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K1+051
A10	Terciaria	1138498	1135750	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	24	K1+210
A11	Terciaria	1138535	1135816	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	24	K1+331
A12	Terciaria	1138565	1135895	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K1+411
A13	Terciaria	1138684	1135951	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	36	K1+581
A14	Terciaria	1138722	1136072	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,6	36	K1+721
A15	Terciaria	1138755	1136012	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K1+810
A16	Terciaria	1138839	1136057	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	24	K1+931
A17	Terciaria	1138922	1136009	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	24	K2+042
A18	Terciaria	1138984	1136062	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K2+152
A19	Terciaria	1139078	1136164	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K2+412
A20	Terciaria	1139073	1136262	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	24	K2+510
A21	Terciaria	1139129	1136392	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K2+670
BC1	Terciaria	1139160	1136462	R. PATRIA	BOX CULVERT	4,2	0	K2+750
BC2	Terciaria	1139160	1136462	R. PATRIA	BOX CULVERT	4,2	0	K2+750
A22	Terciaria	1139103	1136524	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,1	24	K2+850
A23	Terciaria	1139000	1136618	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K2+990
A24	Terciaria	1139002	1136657	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	36	K3+030
A25	Terciaria	1139094	1136634	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,5	36	K3+140
A26	Terciaria	1139057	1136813	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	24	K3+340
A27	Terciaria	1138942	1136834	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K3+480
A28	Terciaria	1138951	1136965	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K3+616
A29	Terciaria	1138962	1137063	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,9	24	K3+718
A30	Terciaria	1138970	1137133	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	24	K3+789
A31	Terciaria	1138970	1137178	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K3+833
A32	Terciaria	1139083	1137270	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K4+011

- Vía 4.2 Desvío Escuela Reyes Patria – Intersección vía Corrales – Tasco (Figura 3-21)

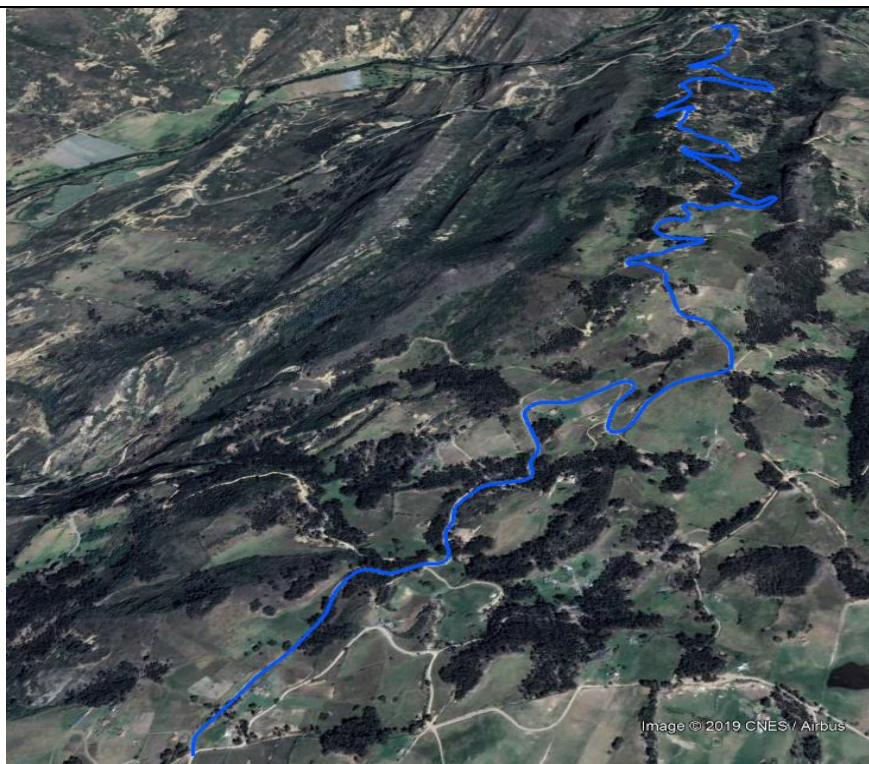


Figura 3-21 Vía 4.2

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	5.82	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.138.975 E 1.137.188 N	FIN	1.139.730 E 1.140.233 N

Perfil de la Vía



Es una vía pública tipo 4 según INVIAS, inicia en el desvío a la escuela Reyes Patria sobre la vía 4.1 y termina en el cruce con la vía Sogamoso – Tasco en el K19+300. Tiene una longitud de 5.82 Km. Su trazado recorre la vereda Reyes Patria del municipio de Corrales, tiene un ancho de calzada promedio de 3m, se encuentra en regular estado, tiene una fuerte pendiente y curvas con radio pequeño. La transitabilidad se da para vehículos de un eje y en tiempo seco. La **Tabla 3-12**

presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta. En las **Figura 3-22** nos muestran las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.



Inicio Vía 4.2 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.138.975 E, 1.137.188 N

Fin Vía 4.2 Abscisa: K5+820

Coordenadas:

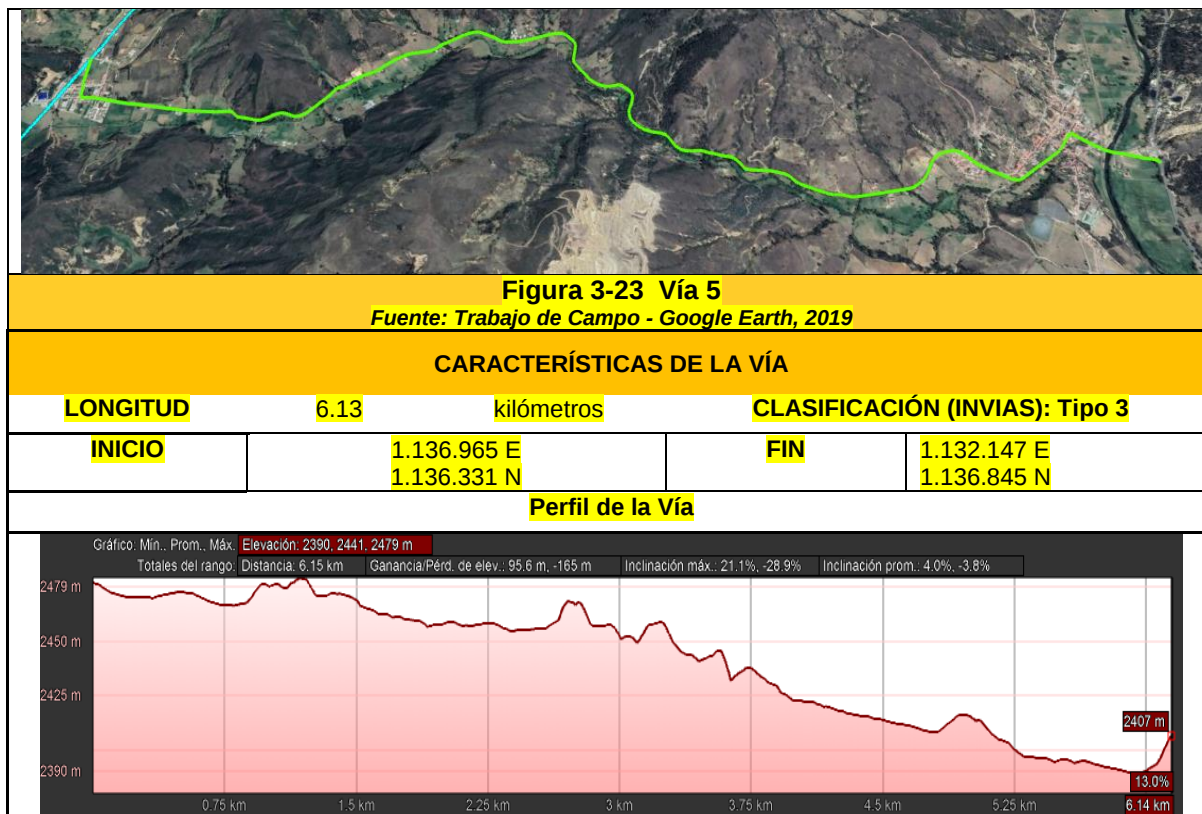
1.139.730 E, 1.140.233 N

Figura 3-22 Situación actual del inicio y final de la vía 4.2

Tabla 3-12 Información Vía 4.2

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Terciaria	1139802	1138791	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,0	36	K2+770
A2	Terciaria	1139750	1138714	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,0	36	K3+110
A3	Terciaria	1139770	1138197	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,0	36	K4+070
A4	Terciaria	1139665	1137998	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,2	24	K4+360
A5	Terciaria	1139582	1137984	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	24	K4+600
A6	Terciaria	1139537	1138029	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,5	24	K4+760
A7	Terciaria	1139416	1138008	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	24	K4+880
A8	Terciaria	1139444	1137859	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K5+030
MC1	Terciaria	1139396	1137786	R. PATRIA	MURO DE CONTENCION	3,3	0	K5+150
A9	Terciaria	1139393	1137789	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,3	36	K5+150
A10	Terciaria	1139298	1137689	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K5+340
A11	Terciaria	1139314	1137596	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	36	K5+430
A12	Terciaria	1139211	1137565	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,0	24	K5+540
A13	Terciaria	1139124	1137518	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	24	K5+670
A14	Terciaria	1139104	1137431	R. PATRIA	ALCANTARILLA	4,2	24	K5+760
A15	Terciaria	1139048	1137346	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,6	24	K5+860
A16	Terciaria	1139001	1137266	R. PATRIA	ALCANTARILLA	3,8	24	K5+970

• **Vía 5 Corrales – Busbanzá (Figura 3-23)**



Es una vía clasificada como secundaria según los criterios del INVIAS, inicia en el K14+00 de la vía Sogamoso – Tasco y termina en la salida a la vereda Cusagota del municipio de Busbanzá. Tiene una longitud de 6.13 Km. Su trazado recorre las veredas de Didamón en el municipio de Corrales y Tonemí del municipio de Busbanzá, tiene un ancho de calzada de 5m, pavimentada y se encuentra en buen estado. La **Tabla 3-13** presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta. En la **Figura 3-24** nos muestra las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.



Inicio Vía 5 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.136.965 E, 1.136.331 N

Fin Vía 5 Abscisa: K6+130

Coordenadas:

1.132.147 E, 1.136.845 N

Figura 3-24 Situación actual del inicio y final de la vía 5

Tabla 3-13 Información Vía 5

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
BC1	Secundaria	1135826	1136175	DIDAMON	BOX CULVERT	5,0	0	K1+450
A1	Secundaria	1135705	1136156	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K1+590
A2	Secundaria	1135636	1136136	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K1+660
A3	Secundaria	1135557	1136136	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K1+750
A4	Secundaria	1135410	1136178	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	23	K1+900
A5	Secundaria	1135264	1136269	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+020
A6	Secundaria	1135102	1136322	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+300
A7	Secundaria	1135035	1136343	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+340
A8	Secundaria	1134975	1136355	DIDAMON	ALCANTARILLA	5,0	23	K2+400
A9	Secundaria	1134847	1136379	TONEMI	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+580
A10	Secundaria	1134759	1136456	TONEMI	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+650
A11	Secundaria	1134650	1136551	TONEMI	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+800
A12	Secundaria	1134667	1136636	TONEMI	ALCANTARILLA	5,0	36	K2+880
A13	Secundaria	1134606	1136718	TONEMI	ALCANTARILLA	5,6	36	K3+000
MC1	Secundaria	1134464	1136767	TONEMI	MURO DE CONTENCION	5,3	0	K3+170
A14	Secundaria	1134460	1136765	TONEMI	ALCANTARILLA	5,3	23	K3+170
MC2	Secundaria	1134459	1136775	TONEMI	MURO DE CONTENCION	5,3	0	K3+200
BC2	Secundaria	1134403	1136893	TONEMI	BOX CULVERT	5,4	0	K3+300
A15	Secundaria	1134402	1136931	TONEMI	ALCANTARILLA	5,0	36	K3+340
MC3	Secundaria	1134388	1137004	TONEMI	MURO DE CONTENCION	5,0	0	K3+430
A15	Secundaria	1134339	1137050	TONEMI	ALCANTARILLA	5,6	23	K3+470
PON1	Secundaria	1134265	1137042	TONEMI	PONTON	5,0	0	K3+550

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
BC3	Secundaria	1134083	1137000	TONEMI	BOX CULVERT	5,2	0	K3+750
A16	Secundaria	1133942	1137063	TONEMI	ALCANTARILLA	5,7	36	K3+900
A17	Secundaria	1133638	1136922	TONEMI	ALCANTARILLA	5,5	20	K4+250
A18	Secundaria	1133597	1136900	TONEMI	ALCANTARILLA	6,0	36	K4+300
A19	Secundaria	1133435	1136773	TONEMI	ALCANTARILLA	5,5	36	K4+500
A20	Secundaria	1133391	1136748	TONEMI	ALCANTARILLA	5,5	36	K4+550
A21	Secundaria	1133266	1136599	TONEMI	ALCANTARILLA	5,5	20	K4+760
MC4	Secundaria	1133210	1136533	TONEMI	MURO DE CONTENCION	6,0	0	K4+840
PON2	Secundaria	1133195	1136508	TONEMI	PONTON	3,5	0	K4+870
A22	Secundaria	1133152	1136509	TONEMI	ALCANTARILLA	6,0	36	K4+890
PT1	Secundaria	1132998	1136480	TONEMI	PUENTE	4,0	0	K5+060
A23	Secundaria	1132961	1136485	TONEMI	ALCANTARILLA	7,6	36	K5+100
A24	Secundaria	1132792	1136537	TONEMI	ALCANTARILLA	6,0	20	K5+280
A25	Secundaria	1132672	1136549	TONEMI	ALCANTARILLA	8,7	36	K5+400

Esta vía conecta los cascos urbanos de Corrales y Busbanzá.

- **Vía 6 Desvío Tráfico pesado – Betétiva - Cruce vía a Divaquía (Figura 3-25)**

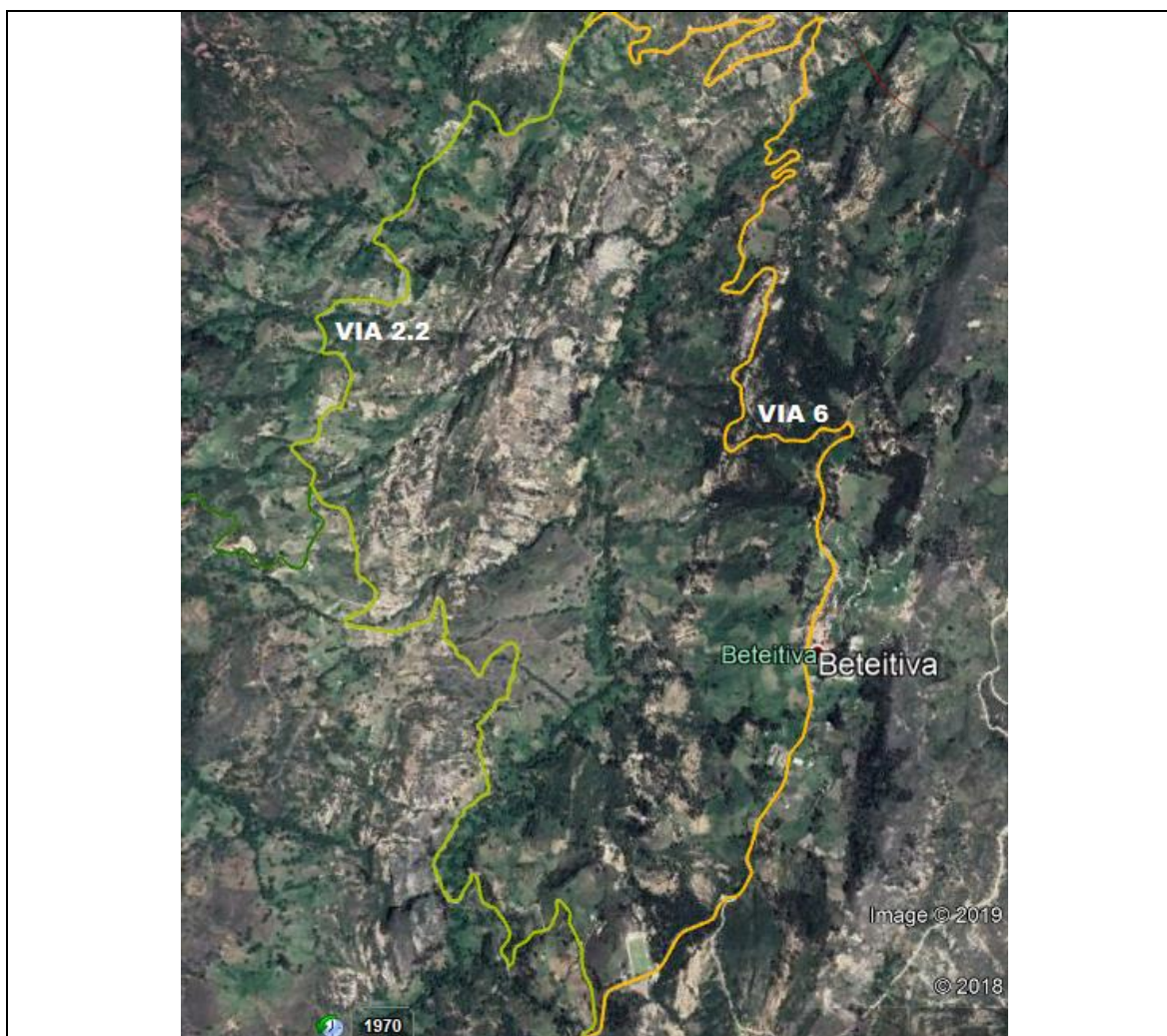


Figura 3-25 Vía 6

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019



Es una vía pública clasificada como Tipo 3 según INVIAS, inicia en el desvío de tráfico pesado y pasando por la cabecera municipal de Betetiva llega hasta la intersección con la vía que conduce a

Divaquía. Tiene una longitud total de 6.97 Km, ancho de calzada de 6m hasta el casco urbano y luego se reduce a un ancho de 3m. Se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad (ver **Figura 3-26**). La **Tabla 3-14** presenta las características de la vía con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a la misma. Su recorrido lo hace por las veredas Buntia y Otengá del municipio de Betétiva.



Inicio Vía 7 Abscisa: K0+000

Fin Vía 7 Abscisa: K6+970

Coordenadas:

Coordenadas:

1.139.621 E, 1.144.476 N

1.140.012 E, 1.147.714 N

Figura 3-26 Situación actual del inicio y final de la vía 6

Tabla 3-14 Información Vía 6

ID	Clasificación INVIAS	E	N	VEREDA	TIPO DE OBRA	Ancho de Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Tipo 3	1139656	1144484	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+035
A2	Tipo 3	1139883	1144650	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+352
A3	Tipo 3	1139958	1144728	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+470
A4	Tipo 3	1140025	1144744	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+539
A5	Tipo 3	1140133	1144815	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+670
A6	Tipo 3	1140188	1144872	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+753
A7	Tipo 3	1140206	1144960	CENTRO	ALCANTARILLA	5	24	K0+857
PT1	Tipo 3	1140216	1144991	CENTRO	PUENTE	5	NA	K0+884
MC1	Tipo 3	1140565	1145735	CENTRO	M. CONTENCIÓN	5	NA	K1+750
BC1	Tipo 3	1140566	1145752	CENTRO	BOX CULVERT	3.5	NA	K1+770
MC2	Tipo 3	1140545	1145802	CENTRO	M. CONTENCIÓN	3.5	NA	K1+830
A8	Tipo 3	1140575	1146099	CENTRO	ALCANTARILLA	3.5	24	K2+140
A9	Tipo 3	1140681	1146159	CENTRO	ALCANTARILLA	3.5	24	K2+260
A10	Tipo 3	1140655	1146189	CENTRO	ALCANTARILLA	3.5	24	K2+340
A11	Tipo 3	1140549	1146174	CENTRO	ALCANTARILLA	3.5	24	K2+460
A12	Tipo 3	1140453	1146204	CENTRO	ALCANTARILLA	3.5	24	K2+570
A13	Tipo 3	1140397	1146213	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K2+630
A14	Tipo 3	1140274	1146240	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K2+800
A15	Tipo 3	1140288	1146278	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K2+850
MC3	Tipo 3	1140343	1146349	CENTRO	M. CONTENCIÓN	3	NA	K2+960
A16	Tipo 3	1140336	1146416	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+030
A17	Tipo 3	1140463	1146673	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+350

ID	Clasificación INVIAS	E	N	VEREDA	TIPO DE OBRA	Ancho de Calzada	Diámetro	Abcisa
A18	Tipo 3	1140506	1146797	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+480
A19	Tipo 3	1140386	1146738	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+640
A20	Tipo 3	1140365	1146791	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+760
A21	Tipo 3	1140413	1146963	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K3+960
A22	Tipo 3	1140558	1147216	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K4+560
A23	Tipo 3	1140575	1147220	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K4+580
A24	Tipo 3	1140531	1147218	CENTRO	ALCANTARILLA	3	24	K4+610
PT2	Tipo 3	1140576	1147309	CENTRO	PUENTE	3	NA	K4+760
A25	Tipo 3	1140610	1147350	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K4+810
A26	Tipo 3	1140656	1147430	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K4+900
A27	Tipo 3	1140701	1147542	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+050
A28	Tipo 3	1140747	1147638	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+160
A29	Tipo 3	1140792	1147697	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+230
A30	Tipo 3	1140716	1147673	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+320
A31	Tipo 3	1140606	1147603	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+470
A32	Tipo 3	1140477	1147569	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+600
A33	Tipo 3	1140438	1147600	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K5+860
A34	Tipo 3	1140516	1147700	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+200
A35	Tipo 3	1140410	1147682	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+320
A36	Tipo 3	1140232	1147618	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+520
A37	Tipo 3	1140163	1147620	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+590
A38	Tipo 3	1140142	1147652	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+700
A39	Tipo 3	1140184	1147695	DIVAQUIA	ALCANTARILLA	3	24	K6+810

• Vía 7 La Montonera – Limite occidental del Área hacia Otengá (Figura 3-27)

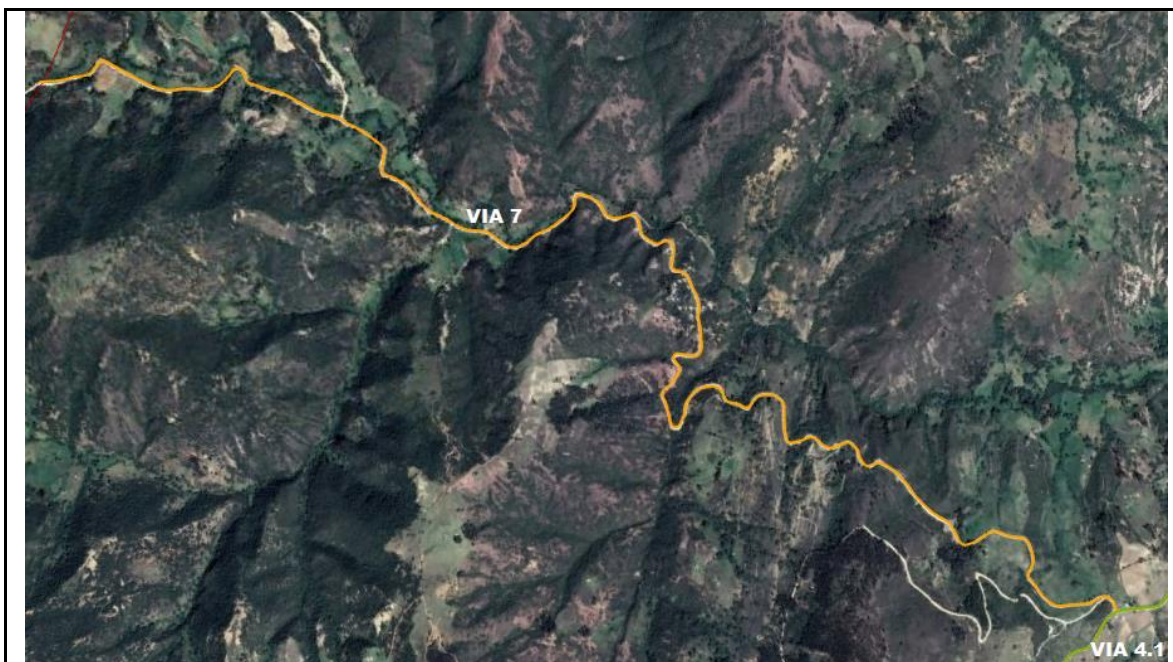
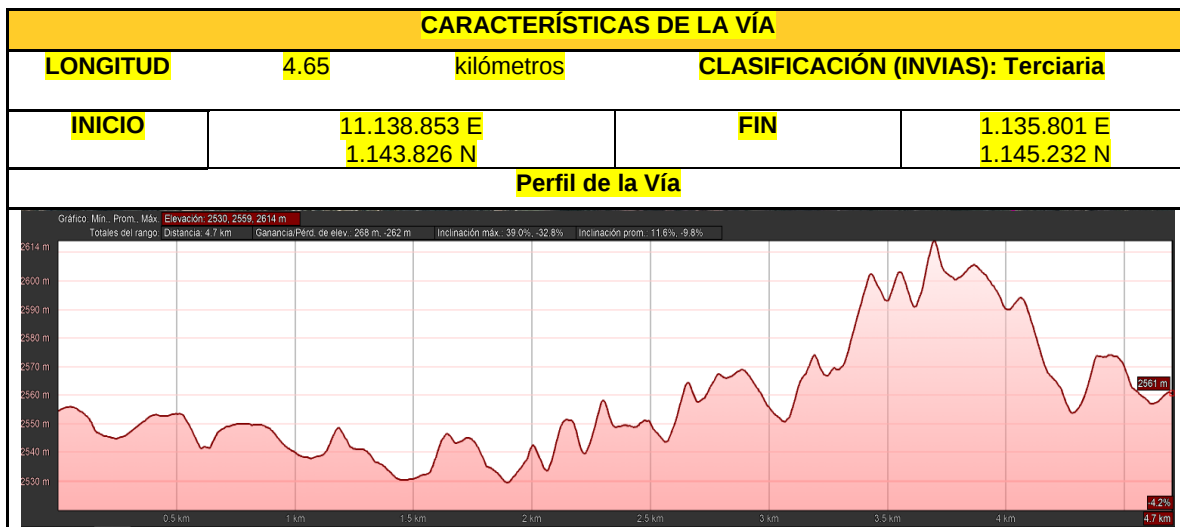


Figura 3-27 Vía 7

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019



Es una vía pública clasificada como Terciaria según INVIAS, inicia en el sitio denominado La Montonera en el K5+280 de la vía 2.1. Tiene una longitud total de 4.65 Km, ancho de calzada de 6m y termina en el límite occidental del APE sobre la vía a Otengá. Se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad. La **Tabla 3-15** presenta las características de la vía con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a la misma. Su recorrido lo hace por las veredas Buntia y Otengá del municipio de Betétiva.



Inicio Vía 7 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.138.853 E, 1.143.826 N

Fin Vía 7 Abscisa: K6+060

Coordenadas:

1.135.801 E, 1.145.232 N

Figura 3-28 Situación actual del inicio y final de la vía 7

Tabla 3-15 Información Vía 7

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Terciaria	1138779	1143848	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+130
A2	Terciaria	1138671	1143843	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+240
A3	Terciaria	1138635	1143876	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+290

ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
BC1	Terciaria	1138605	1143916	BUNTIA	BOX CULVERT	6	0	K0+340
A4	Terciaria	1138618	1143950	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+380
A5	Terciaria	1138596	1144019	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+460
A6	Terciaria	1138526	1144040	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+530
A7	Terciaria	1138474	1144026	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+590
A8	Terciaria	1138414	1144010	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K0+660
A9	Terciaria	1138131	1144225	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+040
A10	Terciaria	1138012	1144281	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+210
A11	Terciaria	1137937	1144277	BUNTIA	MURO DE CONTENCION	6	0	K1+280
A12	Terciaria	1137916	1144289	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+310
A13	Terciaria	1137857	1144407	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K1+470
A14	Terciaria	1137805	1144369	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+540
A15	Terciaria	1137740	1144394	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+610
PT1	Terciaria	1137605	1144309	BUNTIA	PUENTE	6	0	K1+830
A16	Terciaria	1137565	1144407	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K1+950
A17	Terciaria	1137596	1144498	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K2+060
A18	Terciaria	1137665	1144598	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K2+240
A19	Terciaria	1137583	1144771	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K2+450
A20	Terciaria	1137465	1144901	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K2+680
A21	Terciaria	1137390	1144902	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K2+750
A22	Terciaria	1137364	1144945	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	0	K2+810
A23	Terciaria	1137279	1144888	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K2+940
A24	Terciaria	1137150	1144806	BUNTIA	ALCANTARILLA	6	24	K3+100
MC1	Terciaria	1136961	1144870	BUNTIA	MURO DE CONTENCION	6	0	K3+300
A25	Terciaria	1136884	1144913	OTENGA	ALCANTARILLA	6	24	K3+400
A26	Terciaria	1136771	1144997	OTENGA	ALCANTARILLA	6	20	K3+5400
A27	Terciaria	1136662	1145143	OTENGA	ALCANTARILLA	6	24	K3+746
A28	Terciaria	1136442	1145222	OTENGA	ALCANTARILLA	6	0	K3+986
A29	Terciaria	1136438	1145232	OTENGA	ALCANTARILLA	6	24	K3+991
A30	Terciaria	1136379	1145254	OTENGA	ALCANTARILLA	6	0	K4+056
A31	Terciaria	1136320	1145260	OTENGA	ALCANTARILLA	6	0	K4+153
A32	Terciaria	1136115	1145230	OTENGA	ALCANTARILLA	6	20	K4+370
MC2	Terciaria	1135865	1145242	OTENGA	MURO DE CONTENCION	6	0	K4+668
ALC33	Terciaria	1135846	1145237	OTENGA	ALCANTARILLA	6	24	K3+688

- Vía 8 Salida a Didamón (Corrales) – Cusagota (Busbanzá) (Figura 3-29)



Figura 3-29 Vía 8

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	6.63	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 5
INICIO	1.136.151 E 1.136.335 N	FIN	1.133.029 E 1.138.662 N

Perfil de la Vía



Es una vía pública tipo 4 según los criterios del INVIAS, inicia en la salida a Didamón hacia el Alto de Los Pérez sobre la vía Corrales-Busbanzá y termina en la placa huella de la vía a Cusagota del municipio de Busbanzá. Tiene una longitud de 6.63 Km. Su trazado recorre las veredas de Didamón en el municipio de Corrales y Cusagota del municipio de Busbanzá. Tiene un ancho de calzada de 3 m, se encuentra en mal estado, solo es transitable en tiempo seco, presenta pendientes fuertes y curvas de pequeño radio lo que dificulta el tránsito de vehículos pesados por

la misma. La **Tabla 3-16** presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta.



Inicio Vía 8
Abcisa: K0+000
Coordenadas:
1.136.151 E, 1.136.335 N

Fin Vía 8
Abcisa: K6+060
Coordenadas:
1.133.029 E, 1.138.662 N

Figura 3-30 Situación actual del inicio y final de la vía 8

Tabla 3-16 Información Vía 8

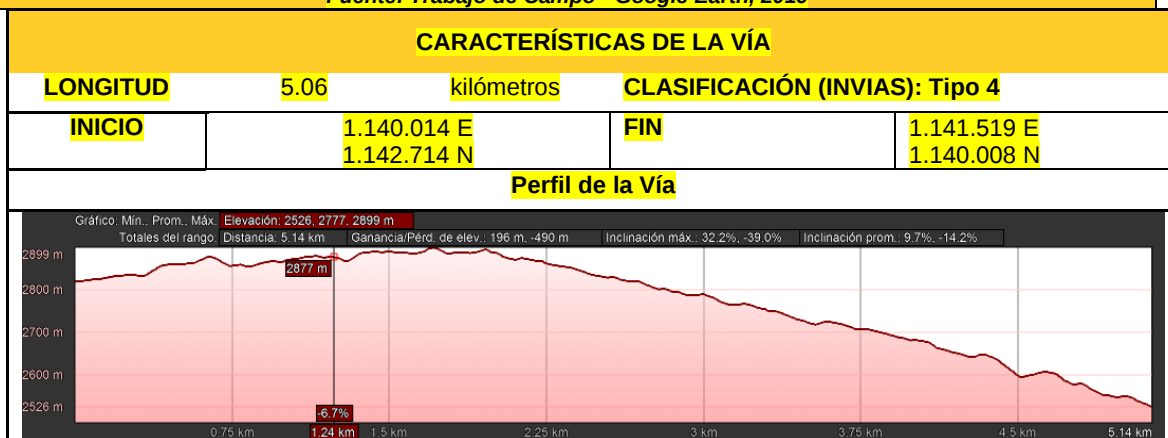
ID	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo de Obra	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A1	Terciaria	1135697	1137622	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,1	16	K2+000
A2	Terciaria	1135602	1137717	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,2	24	K2+230
A3	Terciaria	1135523	1137764	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,4	24	K2+530
A4	Terciaria	1135480	1137969	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,1	24	K2+790
A5	Terciaria	1135506	1138007	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,0	36	K2+840
A6	Terciaria	1135297	1138234	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,0	20	K3+440
A7	Terciaria	1135298	1138314	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	4,0	36	K3+530
A8	Terciaria	1135038	1138540	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,0	20	K3+970
A9	Terciaria	1134779	1138596	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,2	20	K4+310
A10	Terciaria	1134705	1138572	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	4,0	36	K4+400
A11	Terciaria	1134160	1138656	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,7	36	K5+000
A12	Terciaria	1134053	1138672	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,2	20	K5+110
A13	Terciaria	1134005	1138634	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	4,3	36	K5+180
A14	Terciaria	1133393	1138681	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,4	36	K5+832
A15	Terciaria	1133246	1138741	DIDAMÓN	ALCANTARILLA	3,0	20	K5+990

- **Vía 9 Areneras - Escuela Canelas (Figura 3-31)**



Figura 3-31 Vía 9

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019



Es una vía clasificada como terciaria según INVIAS, inicia en el desvío a la escuela Bolívar en el K25+100 de la vía Sogamoso - Tasco y termina frente a la Escuela Canelas del municipio de Tasco. Tiene una longitud de 14 Km, un ancho promedio de 3.5m, se encuentra en regular estado, tiene una fuerte pendiente y curvas con radio pequeño. Su trazado recorre la vereda Canelas del municipio de Tasco. La transitabilidad se da para vehículos de un eje y en tiempo seco. La **Tabla 3-17** presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta. En las **Figura 3-32** nos muestran las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.

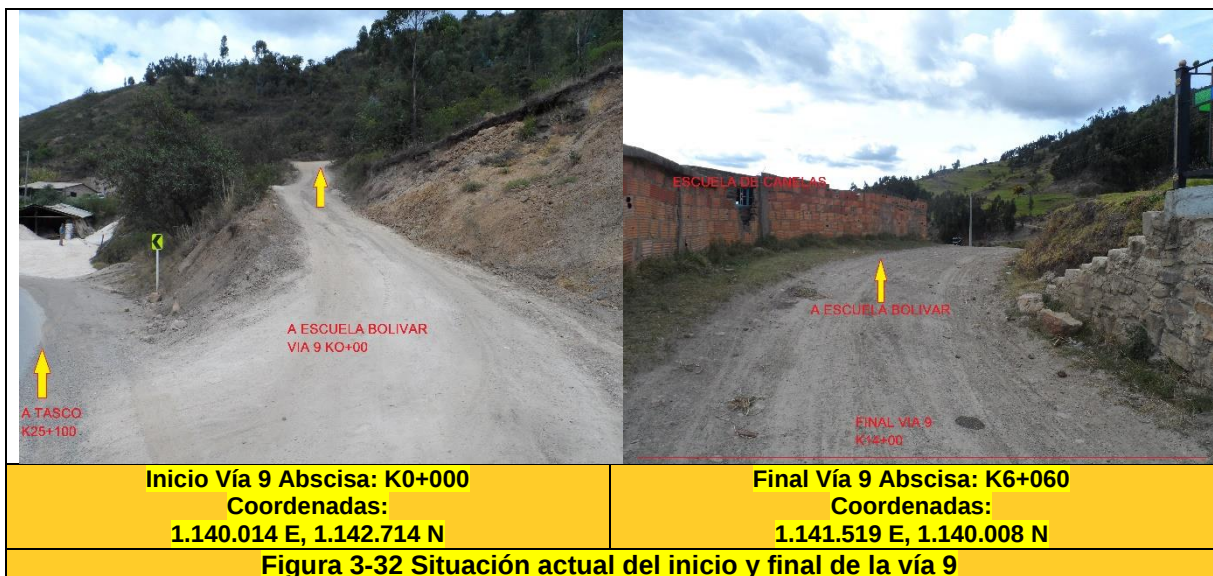


Tabla 3-17 Información Vía 9

ID	Tipo IGAC	Clasificación INVIAS	E	N	Vereda	Tipo	Ancho Calzada	Diámetro	Abscisa
A18	5	Terciaria	1141505	1140177	CANELAS	ALCANTARILLA	4	24	K0+190
A19	5	Terciaria	1141391	1140379	CANELAS	ALCANTARILLA	4	24	K0+460
A20	5	Terciaria	1141255	1140492	CANELAS	ALCANTARILLA	4	24	K0+640
A21	5	Terciaria	1141182	1140448	CANELAS	ALCANTARILLA	4	24	K0+760
A1	5	Terciaria	1141010	1141269	CANELAS	ALCANTARILLA	4,1	24	K1+690
A2	5	Terciaria	1140951	1141509	CANELAS	ALCANTARILLA	3,9	24	K1+970
A3	5	Terciaria	1140850	1141747	CANELAS	ALCANTARILLA	3,8	24	K2+240
A4	5	Terciaria	1140716	1142012	CANELAS	ALCANTARILLA	3,9	24	K2+540
A5	5	Terciaria	1140582	1142175	CANELAS	ALCANTARILLA	3,8	18	K2+820
A6	5	Terciaria	1140425	1142346	CANELAS	ALCANTARILLA	3,7	24	K3+390
A7	5	Terciaria	1140508	1142411	CANELAS	ALCANTARILLA	3,9	24	K3+500
A8	5	Terciaria	1140608	1142460	CANELAS	ALCANTARILLA	4,0	24	K3+620
A9	5	Terciaria	1140585	1142650	CANELAS	ALCANTARILLA	4,1	24	K3+830
A10	5	Terciaria	1140471	1142864	CANELAS	ALCANTARILLA	3,8	24	K4+080
A11	5	Terciaria	1140439	1142841	CANELAS	ALCANTARILLA	4,0	24	K4+130
A12	5	Terciaria	1140382	1142674	CANELAS	ALCANTARILLA	3,9	24	K4+310
A13	5	Terciaria	1140371	1142662	CANELAS	ALCANTARILLA	3,8	24	K4+340
A14	5	Terciaria	1140212	1142704	CANELAS	ALCANTARILLA	4,0	24	K4+510
A15	5	Terciaria	1140154	1142595	CANELAS	ALCANTARILLA	4,1	24	K4+620
A16	5	Terciaria	1140064	1142556	CANELAS	ALCANTARILLA	4,0	24	K4+740
A17	5	Terciaria	1140031	1142642	CANELAS	ALCANTARILLA	4,1	24	K4+938

• **Vía 10 Desvío Saurca vía Divaquía (Figura 3-33)**

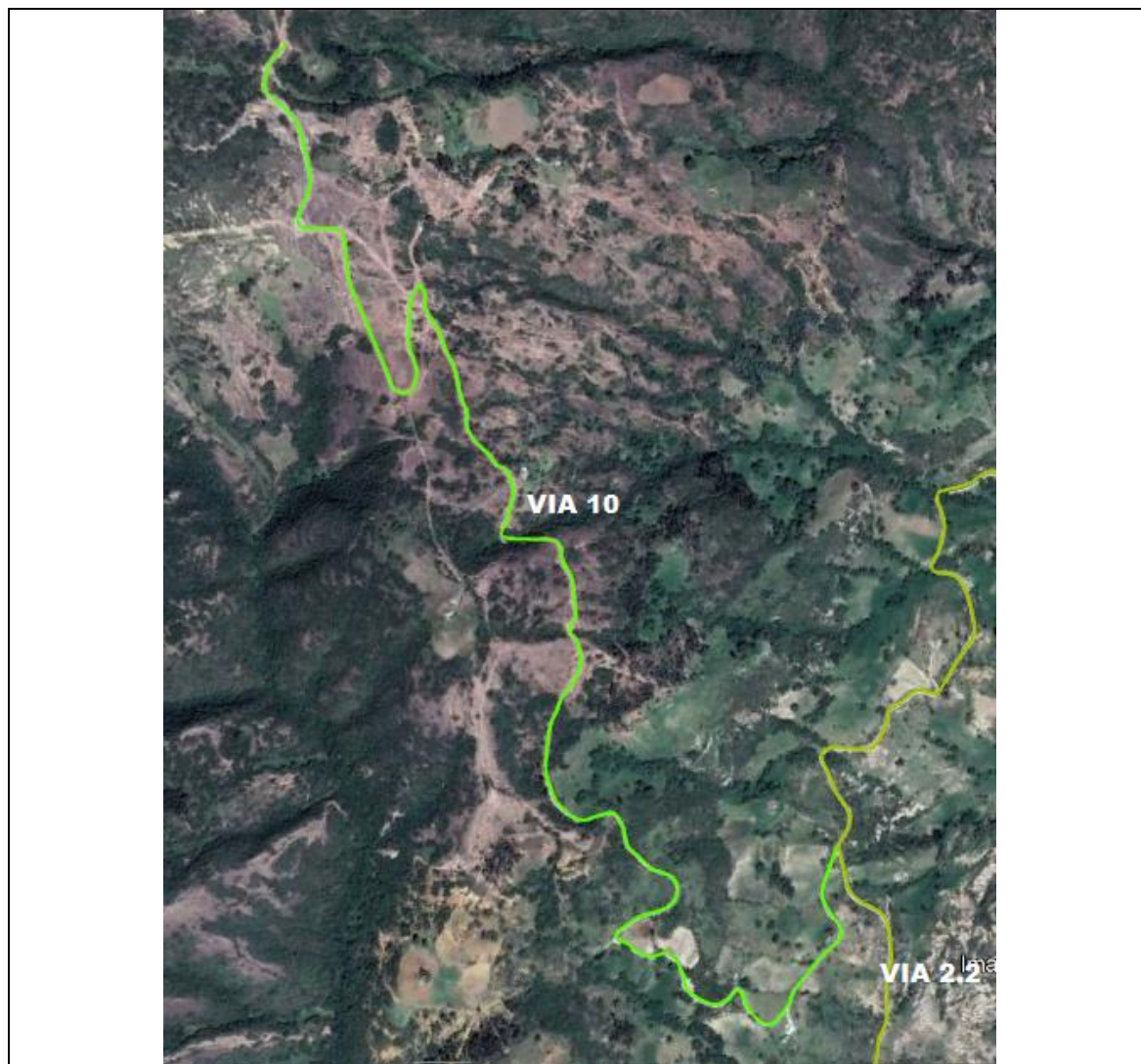
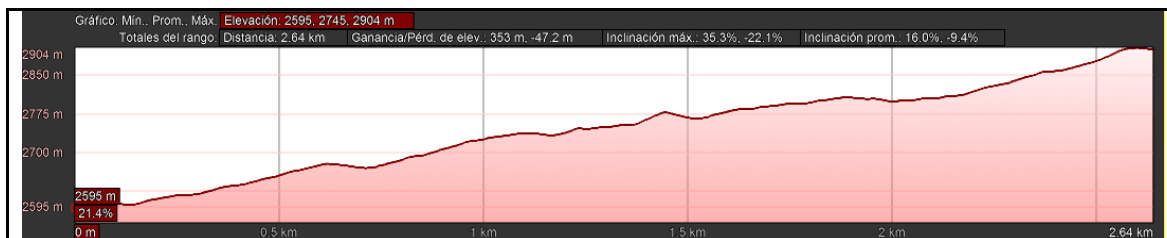


Figura 3-33 Vía 10

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA			
LONGITUD	2.59	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.138.983 E 1.146.271 N	FIN	1.138.039 E 1.147.262 N
Perfil de la Vía			



Es una vía clasificada como terciaria según INVIAS, inicia en el desvío a la parte alta de la vereda Saurca, en el K3+480 de la vía 2.2. Tiene una longitud de 2.59 Km, un ancho promedio de 3m, se encuentra en regular estado, tiene una fuerte pendiente y curvas con radio pequeño. Su trazado recorre la vereda Saurca del municipio de Betétiva. La transitabilidad se da para vehículos de un eje y en tiempo seco. La **Tabla 3-18** presenta la información correspondiente a la vía, con abscisado, georreferenciación y la infraestructura asociada a esta. En las **Figura 3-34** nos muestran las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.

Inicio Vía 10 Abscisa: K0+000 Coordenadas: 1.138.983 E, 1.146.271 N	Final Vía 9 Abscisa: K6+060 Coordenadas: 1.138.039 E, 1.147.262 N
Figura 3-34 Situación actual del inicio y final de la vía 10	

Tabla 3-18 Información Vía 10

ID	Clasificación INVIAS	E	N	VEREDA	Tipo de obra	Ancho de calzada	Diámetro	ABCISA
A1	Tipo 4	1138975	1146202	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+730
A2	Tipo 4	1138847	1146032	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+480
A3	Tipo 4	1138771	1146203	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+746
A4	Tipo 4	1138591	1146285	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K0+977
A5	Tipo 4	1138584	1146508	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+210
A6	Tipo 4	1138546	1146612	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+330
A7	Tipo 4	1138455	1146637	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+450
A8	Tipo 4	1138352	1146836	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+690
A9	Tipo 4	1138317	1146895	SAURCA	ALCANTARILLA	3	24	K1+760

- Vía 11 Desvío Minas Mario Quintana – Finca Castros (Figura 3-35)

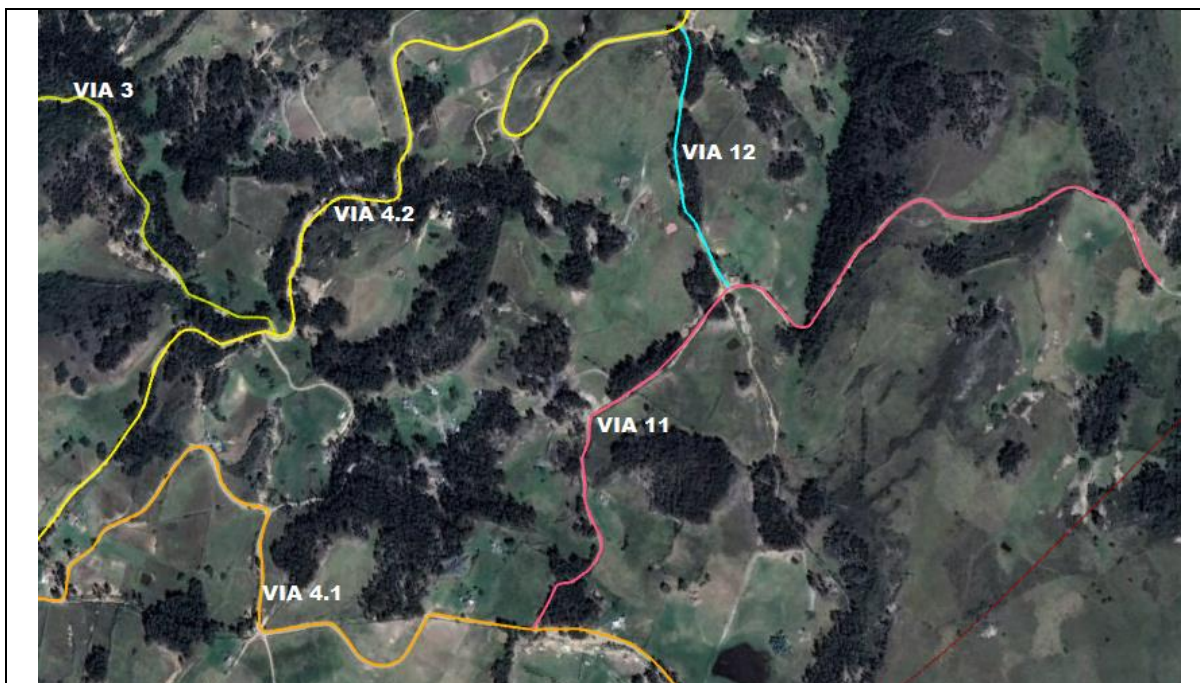


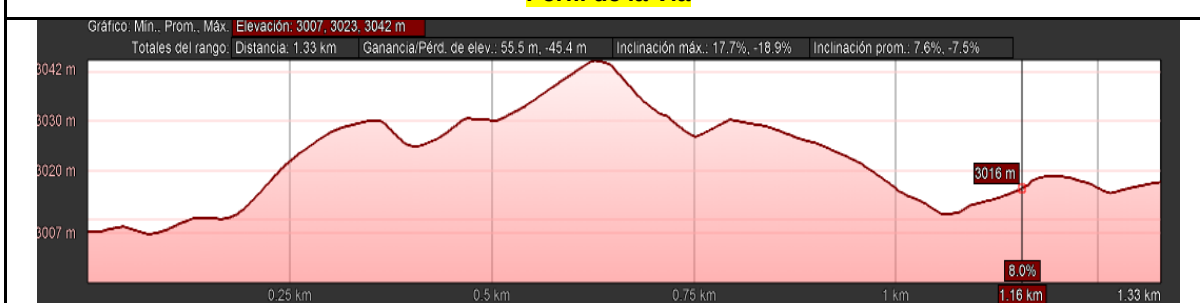
Figura 3-35 Vía 11

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	1.32	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 4
INICIO	1.139.718 E 1.137.253 N	FIN	1.140.469 E 1.137.810 N

Perfil de la Vía



Es una vía clasificada como Tipo según INVIAS, inicia en el desvío hacia las minas de carbón en la parte alta de Reyes Patria en el K4+960 de la vía 4.1. Tiene una longitud de 1.32 Km, un ancho promedio de 3m, se encuentra en regular estado, tiene una fuerte pendiente y curvas con radio pequeño. Su trazado recorre la parte alta de la vereda Reyes Patria del municipio de Corrales. Este tramo de vía no presenta ningún tipo de infraestructura para manejo de aguas lluvias. En la **Figura 3-36** encontramos las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general.



Inicio Vía 11 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.139.718 E, 1.137.256 N

Final Vía 11 Abscisa: K1+320

Coordenadas:

1.140.469 E, 1.137.810 N

Figura 3-36 Situación actual del inicio y final de la vía 11

• **Vía 12 "Palo Armado – Intersección Vía 11 (Figura 3-37)**

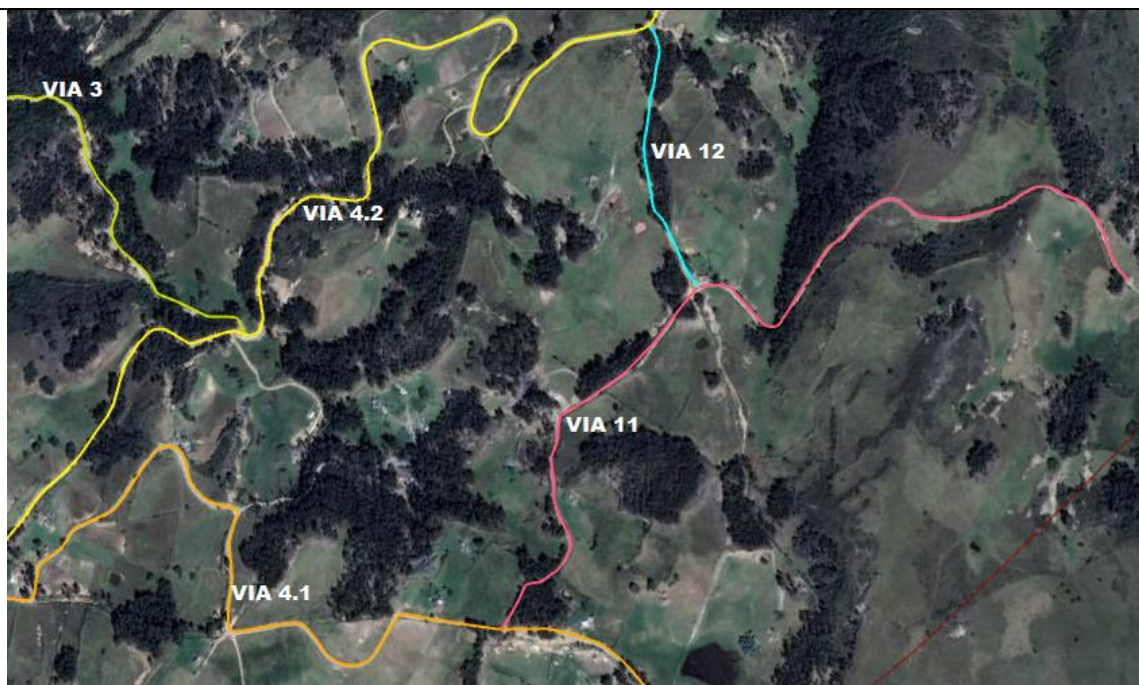
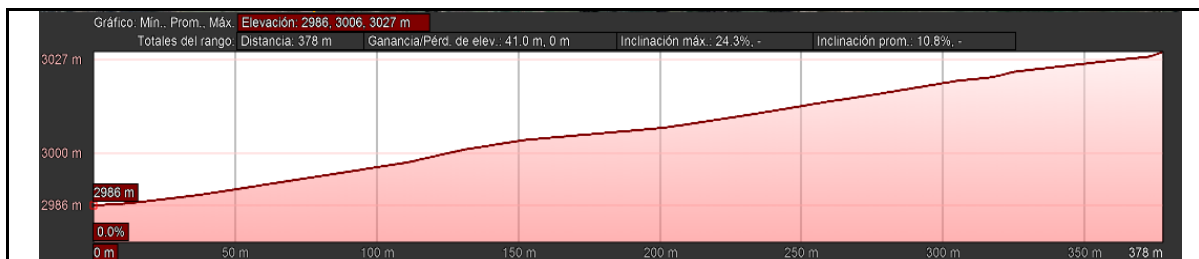


Figura 3-37 Vía 12

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	0.37	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 5
INICIO	1.139.795 E 1.138.062 N	FIN	1.139.910 E 1.137.727 N
Perfil de la Vía			



Es tramo de vía clasificada como Tipo 5 según INVIAS, inicia en el sector denominado Palo Armado en Reyes Patria, sobre la vía 4.2, desvío que conduce a la intersección de la Vía 11 en una longitud de 370m. Tiene un ancho promedio de 2.5m, se encuentra en muy mal estado y presenta pendientes altas. En la actualidad solo es transitable por vehículos de doble tracción y no cuenta con obras de arte. En la **Figura 3-38** podemos observar las condiciones de inicio y final de la vía, así como su localización general. Para su utilización se debe ampliar, perfilar y aplicar material de base para mejorar las condiciones actuales.



Inicio Vía 12 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.139.795 E, 1.138.062 N



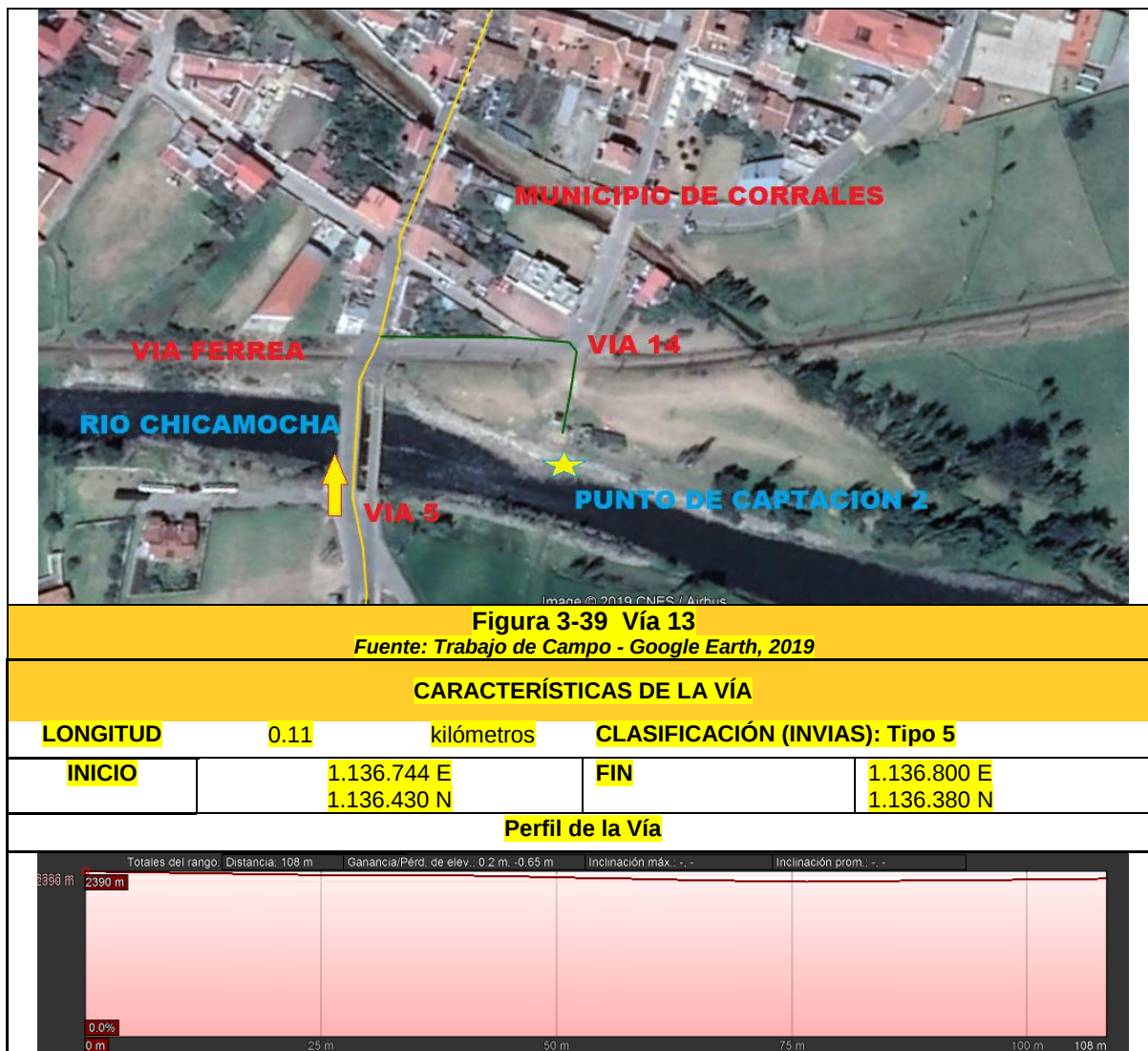
Final Vía 12 Abscisa: K0+370

Coordenadas:

1.139.910 E, 1.137.727 N

Figura 3-38 Situación actual del inicio y final de la vía 12

- **Vía 13 "Acceso a punto de captación 2 (Figura 3-39)**



Este tramo de vía se encuentra a la entrada del municipio de Corrales, pasando el puente sobre el río Chicamocha y girando a la derecha, en el K0+075 giramos nuevamente pasando por la vía férrea y accedemos al punto de captación. Es necesario adecuar el tramo desde el ferrocarril al borde del río Chicamocha, nivelando e instalando material de base para mejorar las condiciones de rodadura. Tiene una longitud de 110m y por las condiciones del acceso hacia el río se clasifica como tipo % según el INVIAS. tramo de vía clasificada como Tipo 5 según INVIAS. En la **Figura 3-40** observamos las condiciones de inicio y final de la vía de acceso al punto de captación 2.



Inicio Vía 13 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.136.744 E, 1.136.430 N



Final Vía 13 Abscisa: K0+110

Coordenadas:

1.136.800 E, 1.136.380 N

Figura 3-40 Situación actual del inicio y final de la vía 13

- **Vía 14 Acceso a punto de captación 1 (Figura 3-41)**

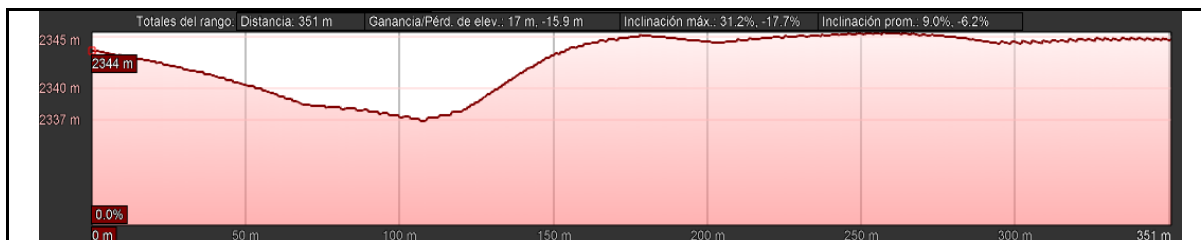


Figura 3-41 Vía 14

Fuente: Trabajo de Campo - Google Earth, 2019

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

LONGITUD	0.34	kilómetros	CLASIFICACIÓN (INVIAS): Tipo 5
INICIO	1.138.815 E 1.142.457 N	FIN	1.138.767 E 1.142.380 N
Perfil de la Vía			



Corresponde a un tramo de vía que se deriva antes de pasar el puente sobre el río Chicamocha en la vía a Betéitiva (vía 2.1), girando hacia la izquierda y paralelo a la vía férrea. Es un tramo de vía que solo se tiene la huella vehicular y fue utilizada por sus propietarios para la extracción de material de aprovechamiento forestal. En la **Figura 3-42** observamos las condiciones de inicio y final de la vía y en las fotos posteriores podemos ver las condiciones actuales del acceso. Para su utilización se debe perfilar e instalar material de base para mejorar condiciones de rodadura.



Inicio Vía 12 Abscisa: K0+000

Coordenadas:

1.138.815 E, 1.142.457 N



Final Vía 14 Abscisa: K0+340

Coordenadas:

1.138.767 E, 1.142.380 N

Figura 3-42 Situación actual del inicio y final de la vía 14



Fotografía 3-27 Condiciones actuales del acceso al punto de captación 1

➤ **Actividades de adecuación y/o mantenimiento de vías existentes**

Se tiene previsto que será necesaria la adecuación y mantenimiento de las vías a excepción del número 1. Aunque los mantenimientos y adecuaciones necesarias por cada vía a emplear se presentará a nivel de diseño en cada plan de manejo específico, se prevé el movimiento de tierras que se presenta en la **Tabla 3-19**.

Tabla 3-19 Vías Existentes a Adecuar

PÁRAMETRO	DESCRIPCION
Longitud	Hasta 30 km
Pendiente máxima de la vía	Hasta 14%
Ancho de banca	Hasta 7,0 m
Ancho de calzada	6,0 m
Velocidad de diseño	De acuerdo con las especificaciones INVIAS
Radio Mínimo	Hasta 30 m
Bombeo Normal	Según especificaciones de diseño final
Espesor de Afirmado	Según especificaciones de diseño final
Berma	Según especificaciones de diseño final
Peralte Máximo	Según especificaciones de diseño final
Taludes de relleno	Según necesidades y análisis geotécnico
Taludes de corte	Según necesidades análisis geotécnico

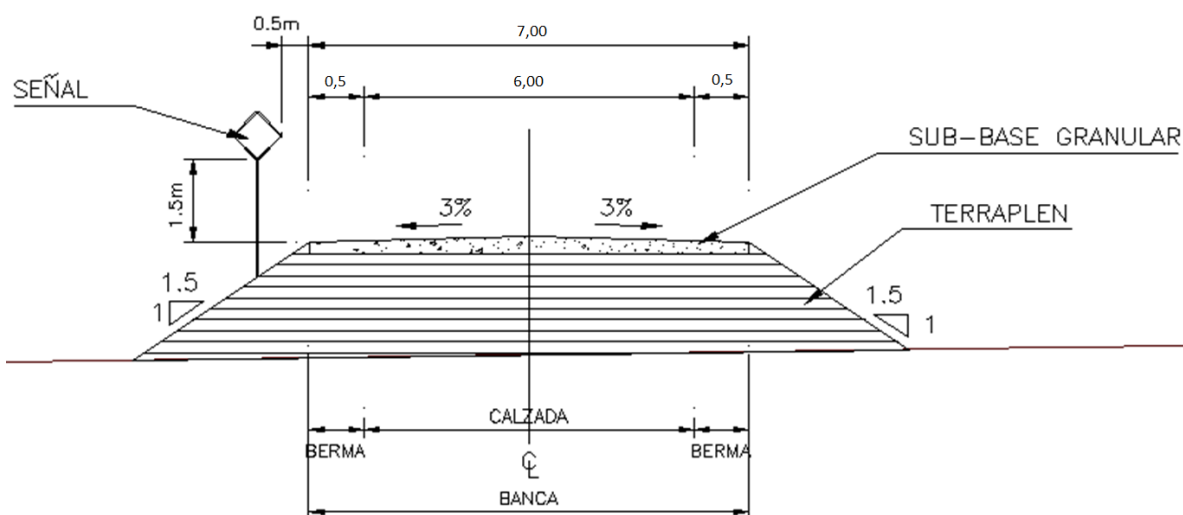


Figura 3-43 Sección Típica de la Vía

Tabla 3-20 Movimientos de Tierra por Kilómetro de Vía Existente a Adecuar

CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
Descapote (m ³)	600
Volumen de Excavación (m ³)	1500
Volumen de Terraplén (m ³)	1500
Material de afirmado (Capa de rodadura) (0,10 – 0.20 m) (m ³)	1500
Volumen Material de Disposición (m ³)	2500

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

El volumen de material de disposición se calcula en 1.800 m³ por kilómetro de vía a adecuar de acuerdo a lo establecido en la **Tabla 3-20**.

• Métodos constructivos

El proceso constructivo inicia con la localización topográfica de los elementos de la vía (replanteo del eje de la vía, chaflanes, obras de arte y geotecnia), posteriormente se iniciarán las labores de construcción de las vías de acceso que precisarán actividades de movilización de maquinaria, equipos y personal; movimientos de tierras (cortes y rellenos); construcción de obras civiles, geotécnicas y ambientales; y la aplicación y compactación de material de afirmado.

Las actividades de movilización de maquinaria, equipos y personal hacen referencia al traslado de estos recursos hacia el sitio de las actividades para lo cual se utilizarán cama-bajas, cama-altas, grúas, camionetas y vehículos livianos de doble tracción.

Las actividades de remoción de la cobertura vegetal y descapote hacen referencia al retiro y disposición de la capa vegetal mediante el empleo de equipos de construcción como buldóceres, motoniveladoras, retroexcavadoras y volquetas. Para la construcción de cada vía de acceso en particular se establecerá las necesidades de áreas a descapotar y los espesores de la capa vegetal a intervenir.

El movimiento de tierras se entiende lo relacionado con todo tipo de excavaciones y rellenos, dentro de los cuales están los cortes con maquinaria y equipos manuales, los rellenos con material de las excavaciones y la aplicación y compactación de afirmados. Estas actividades se realizarán con el empleo de maquinaria pesada (buldócer, motoniveladora, retroexcavadora y volquetas).

Las obras civiles, geotécnicas y ambientales serán las establecidas en los diseños para cada vía de acceso en particular; Estas obras hacen referencia a la conformación de la rasante, construcción de cunetas, filtros, alcantarillas y descoles, entre otros; que se construirán con el empleo de cuadrillas de mano de obra y con el empleo de equipos y herramientas.

Las vías y obras civiles a adecuar y/o construir para acceder al APE COR 15 se presentarán con los diseños de las obras civiles respectivos en los planes de manejo ambiental de cada pozo exploratorio. A continuación, se describen las etapas de adecuación y/o construcción de una vía.

- **Descapote**

El descapote consiste en retirar de las áreas de construcción cualquier material orgánico o no adecuado para la fundación de las estructuras, verificando la subrasante para evitar zonas blandas bajo las vías a adecuar y/o construir. Se retirará toda la vegetación encontrada en las áreas de construcción, incluyendo arbustos y pastos. Esto también incluirá la remoción de capa vegetal, raíces y cualquier material orgánico que se pueda encontrar en el horizonte orgánico o superficial del suelo. Todas las raíces con diámetros mayores de 5 cm. encontradas al menos hasta un metro por debajo del nivel final de subrasante, serán igualmente removidas.

Los volúmenes de material a remover para vías de acceso y construcción de una locación se contemplan en la **Tabla 3-20**.

El material removido se acumulará lateralmente en un costado de la vía en condiciones aptas para su posterior uso en la tarea de empradización o reconfiguración de taludes una vez terminada la conformación del terraplén. El lugar de acopio depende de la distancia al frente de obra; en todos los casos, la disposición del material se realiza sobre sitios que cuenten con condiciones apropiadas para su confinamiento como pendiente baja a nula, alejada de cuerpos de agua o sectores con flujo de escorrentía superficial, áreas con cobertura vegetal arbórea a arbustiva y se ejecutan acciones que permiten su confinamiento y adecuado mantenimiento como trinchos y cerramiento de polisombra o similar que impide la desecación y erodabilidad del material acopiado.

- **Cortes y Rellenos**

Las vías de acceso, así como las plataformas de los pozos exploratorios se construirán utilizando materiales granulares seleccionados de fuentes autorizadas. Los materiales de excavación serán utilizados en su totalidad y se intentará que la generación de estériles sea mínima o nula. Los materiales que no puedan utilizarse como rellenos para los terraplenes de la vía o las plataformas, se tratarán como descapote y se utilizarán en la protección y revegetalización de taludes o dado el caso se incorporaran al paisaje asegurando su adecuado manejo. Previo a la colocación de cualquier material, se compactará la subrasante asegurando la firmeza del suelo de soporte, en caso de encontrarse áreas falladas, se retira el material por lo menos 40 cms y se reemplaza por piedra seleccionada la cual será sellada y compactada junto con material seleccionado,

posteriormente se colocará y compactará el material de rodadura garantizando el espesor y densidad de diseño.

- **Afirmado**

Sobre la capa rasante del terraplén se colocará y compactará una capa de material seleccionado tipo sub-base, en un espesor variable entre 15 y 20 cm., que garantice una superficie de rodadura con suficiente capacidad mecánica para soportar el tráfico y el clima. Los materiales a utilizar en la capa de afirmado se extraerán mediante préstamo lateral, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones requeridas del material, y/o de áreas de material cercanas que tengan los respectivos permisos, autorizaciones y licencias de las entidades competentes.

- **Obras Hidráulicas y de Arte**

Dentro de la adecuación de las vías de acceso se requiere el refuerzo, ampliación de la rasante y/o limpieza de las estructuras hidráulicas, tales como puentes, alcantarillas, box culvert y puentes que permitan el tránsito de vehículos de forma segura. Para el manejo de las aguas lluvias sobre y alrededor de las vías se plantea la conformación de cunetas laterales que ayuden a canalizar estos flujos y las lleven a las estructuras de drenaje, evitando de esta forma los daños prematuros por estancamientos de agua.

- **Zona de Acopio de Material de Excavación (ZODME)**

El material sobrante de la adecuación y construcción de las vías, que se presentarán como resultado de los cortes necesarios para adecuar las vías al ancho y con la pendiente requerida, se acopiará en zonas de acopio de material de excavación – ZODME asociado a las plataformas cuya localización puntual y diseños detallados se presentarán en los respectivos planes de manejo de las plataformas de perforación, teniendo en cuenta la zonificación ambiental y la zonificación de manejo del proyecto. Para el desarrollo de esta actividad se plantea contar con estas zonas, las cuales deberán contar con las especificaciones técnicas y ambientales exigidas por la normatividad vigente.

El proceso constructivo de estas zonas de forma general puede resumirse en las siguientes:

- Limpieza y descapote del área.
- Nivelación de la subrasante
- Colocación de obras de subdrenaje (si es necesario)
- Conformación del cuerpo del ZODME, lo cual se realizará de manera progresiva extendiendo capas de suelo de 0,3 m de espesor, las cuales serán adecuadamente compactadas.
- Actividades de reconfiguración final construcción de obras de drenaje y revegetalización.

- **Señalización vial**

Se instalarán las señales verticales de tránsito necesarias, conforme lo establezcan los planos del proyecto o lo indique el interventor. El diseño de las señales, dimensiones, mensajes y colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el “Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras” de Colombia y demás normas complementarias.

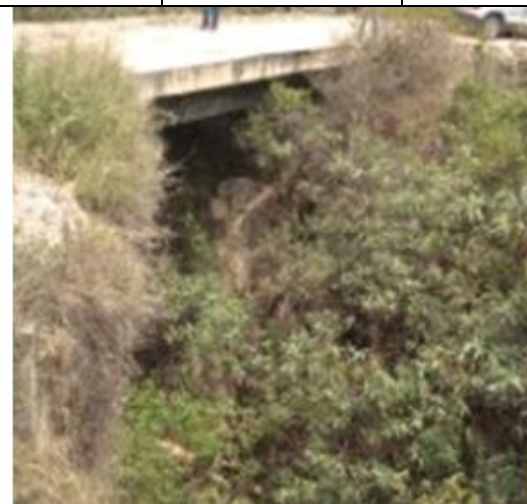
- **Ocupación de Cauces**

Para la adecuación de vías existente se requiere de ocupación de cauces en los sitios que se presentan en la **Tabla 3-21**.

Tabla 3-21 Sitios propuestos de ocupación de cauces

No.	Vía	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá		Nombre del drenaje	Tipo de drenaje	Tipo de Intervención
		Este	Norte			
1	Vía 1	1140506,83	1139696	Quebrada Canelas	Permanente	Ampliación de la rasante y reforzamiento de las estructuras.
						
2	Vía 5	1133343	1136695	Quebrada NN	Permanente	Refuerzo, ampliación de la rasante, mejoramiento de las condiciones del ángulo de giro. Limpieza de la estructura para que no pierda su capacidad hidráulica
						
3	Vía 2.1	1138778	1142475	Río Chicamocha	Permanente	Eventualmente refuerzo

						
4	Vía 7	1136954	1144875	Quebrada Gaspar	Permanente	Refuerzo de la estructura, ampliación y limpieza
						
5	Vía 2.2 Vereda Buntia a Vereda Otengá,	1139223	1144951	Quebrada de la Rinconada (Quebrada Otengá)	Permanente	Ampliación de la rasante y refuerzo de la estructura
						
6	Vía 2.2 Vereda Buntia a Vereda Otengá,	1139207	1144944	Quebrada Sicuanova	Permanente	Ampliación de la rasante y refuerzo de la estructura

				Reconstrucción y ampliación de la estructura. Limpieza para garantizar la capacidad hidráulica		
7	Vía 2.2	1139574	1147487	Quebrada Saurca	De invierno	Mantenimiento y monitoreo
				Ampliación de la rasante y refuerzo de la estructura		
8	Vía Corrales – Reyes Patria	1136464	1139169	Qda. NN	De invierno	Refuerzo o reconfiguración de la estructura y mejoramiento de la rasante
						

*Movilidad para la ubicación de las ocupaciones de cauce 500 m (250 m aguas arriba y aguas abajo)

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

- **Materiales de Construcción**

El material necesario para las actividades de adecuación de las vías existentes se obtendrá de fuentes de materiales que cuenten con la licencia ambiental vigente.

- **Corredores De Acceso Nuevo**

Especificaciones técnicas

Para la construcción de vías se seguirán las especificaciones técnicas contemplada en la **Tabla 3-22**.

Tabla 3-22 Vías a Construir

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Longitud	Hasta 30 km
Pendiente máxima de la vía	Hasta 14 %
Ancho de banca	7,0 m
Ancho de calzada	6,0 m
Velocidad de diseño	30 Km/h
Radio Mínimo	22 m
Bombeo Normal	3%
Espesor de Afirmado	0,20m
Berma	0.5 m
Peralte Máximo	6 %
Taludes de relleno	Según análisis geotécnico
Taludes de corte	Según análisis geotécnico

Estimativo de cantidad de materiales

En la **Tabla 3-23** se presenta el volumen estimado de cortes y rellenos para la construcción de un (1) Km de vía de acceso nueva con un ancho máximo de 7 metros

Tabla 3-23 Movimientos de tierra por kilómetro de vía nueva a construir

ACTIVIDAD	VOLUMEN ESTIMADO / KM DE VÍA M ³
Descapote (m3)	2100
Movimiento de tierra (corte)	6000
Movimiento de tierra (terraplén)	3000
Material de afirmado (Capa de rodadura) (0,10 – 0.20 m) (m3)	1500
Volumen Material de Disposición (m3)	3000

Fuente: UPTC - INCITEMA, 2019

Volúmenes de disposición

El volumen de material de disposición por kilómetro de vía nueva a construir se calcula en 1.800 m³, de acuerdo a la **Tabla 3-23**.

Métodos constructivos

El proceso constructivo inicia con la localización topográfica de los elementos de la vía (replanteo del eje de la vía, chaflanes, obras de arte y geotecnia), posteriormente se iniciarán las labores de construcción de las vías de acceso que precisarán actividades de movilización de maquinaria, equipos y personal; movimientos de tierras (cortes y rellenos); construcción de obras civiles, geotécnicas y ambientales; y la aplicación y compactación de material de afirmado.

Las actividades de movilización de maquinaria, equipos y personal hacen referencia al traslado de estos recursos hacia el sitio de las actividades para lo cual se utilizarán cama-bajas, cama-altas, grúas, camionetas y vehículos livianos de doble tracción.

Las actividades de remoción de la cobertura vegetal y descapote hacen referencia al retiro y disposición de la capa vegetal mediante el empleo de equipos de construcción como buldóceres, motoniveladoras, retroexcavadoras y volquetas. Para la construcción de cada vía de acceso en particular se establecerá las necesidades de áreas a descapotar y los espesores de la capa vegetal a intervenir.

El movimiento de tierras se entiende lo relacionado con todo tipo de excavaciones y rellenos, dentro de los cuales están los cortes con maquinaria y equipos manuales, los rellenos con material de las excavaciones y la aplicación y compactación de afirmados. Estas actividades se realizarán con el empleo de maquinaria pesada (buldócer, motoniveladora, retroexcavadora y volquetas).

Las obras civiles, geotécnicas y ambientales serán las establecidas en los diseños para cada vía de acceso en particular; estas obras hacen referencia a la conformación de la rasante, construcción de cunetas, filtros, alcantarillas y descoles, entre otros; que se construirán con el empleo de cuadrillas de mano de obra y con el empleo de equipos y herramientas.

Inicialmente la construcción de las vías permitirá el tráfico vehicular en época de estiaje y el acceso a locaciones para la ejecución de las actividades de perforación, pruebas de producción, desmantelamiento y abandono; sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de producción y si tales actividades se prolongan a un periodo hidroclimático de mayor precipitación, la construcción de las vías requerirán la construcción de obras mínimas que garanticen las condiciones de drenaje natural superficial de la zona a partir de la dinámica del flujo de agua superficial.

Las vías y obras civiles a construir para acceder al APE COR-15 se presentarán con los diseños de las obras civiles respectivos en los planes de manejo ambiental de cada pozo exploratorio. A continuación, se describen las etapas de construcción de la vía.

Descapote

El descapote consiste en retirar de las áreas de construcción cualquier material orgánico o no adecuado para la fundación de las estructuras, verificando la subrasante para evitar zonas blandas bajo las vías o rellenos (plataformas) a construir. Se retirará toda la vegetación encontrada en las áreas de construcción, incluyendo arbustos y pastos. Esto también incluirá la remoción de capa vegetal, raíces y cualquier material orgánico que se pueda encontrar en el horizonte orgánico o superficial del suelo. Todas las raíces con diámetros mayores de 5 cm. encontradas al menos hasta un metro por debajo del nivel final de subrasante, serán igualmente removidas.

El material removido se acumulará lateralmente en un costado de la vía en condiciones aptas para su posterior uso en la tarea de empradización o reconfiguración de taludes una vez terminada la conformación del terraplén. El lugar de acopio depende de la distancia al frente de obra; en todos

los casos, la disposición del material se realiza sobre sitios que cuenten con condiciones apropiadas para su confinamiento como pendiente baja a nula, alejada de cuerpos de agua o sectores con flujo de escorrentía superficial, áreas con cobertura vegetal arbórea a arbustiva y se ejecutan acciones que permiten su confinamiento y adecuado mantenimiento como trinchos y cerramiento de polisombra o similar que impide la desecación y erodabilidad del material acopiado.

Cortes y Rellenos

Las vías de acceso, así como las plataformas de los pozos exploratorios se podrán construir utilizando materiales granulares seleccionados. Los materiales de excavación serán utilizados en su totalidad y se intentará que la generación de estériles sea mínima o nula. Los materiales que no puedan utilizarse como rellenos para los terraplenes de la vía o las plataformas, se tratarán como descapote y se utilizarán en la protección y revegetalización de taludes o dado el caso se incorporaran al paisaje asegurando su adecuado manejo. Previo a la colocación de cualquier material, se compactará la subrasante asegurando la firmeza del suelo de soporte, en caso de encontrarse áreas falladas, se retira el material por lo menos 40 cm y se reemplaza por piedra seleccionada la cual será sellada y compactada junto con material seleccionado, posteriormente se colocará y compactará el material de rodadura garantizando el espesor y densidad de diseño.

Afirmado

Sobre la capa rasante del terraplén se colocará y compactará una capa de material seleccionado tipo sub-base, en un espesor variable entre 15 y 20 cm, que garantice una superficie de rodadura con suficiente capacidad mecánica para soportar el tráfico y el clima. Los materiales a utilizar en la capa de afirmado se extraerán mediante préstamo lateral, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones requeridas del material, y/o de áreas de material cercanas que tengan los respectivos permisos, autorizaciones y licencias de las entidades competentes.

Zona de Acopio de Material de Excavación (ZODME)

El material sobrante de la adecuación y construcción de las vías, que se presentarán como resultado de los cortes necesarios para adecuar las vías al ancho y con la pendiente requerida, se acopiará en zonas de acopio de material de excavación – ZODME (Botadero), cuya localización puntual y diseños detallados se presentarán en los respectivos planes de manejo de las plataformas de perforación, teniendo en cuenta la zonificación ambiental y la zonificación de manejo del proyecto.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Área	Hasta 1 Ha Puede ser menor conforme a las especificaciones finales de diseño
Taludes	0,3
Altura máxima	0,25
Obras hidráulicas	Filtros longitudinales y transversales
Obras de Contención:	Trinchos en base

Para el desarrollo de esta actividad se plantea contar con estas zonas, las cuales deberán contar con las especificaciones técnicas y ambientales exigidas por la normatividad vigente.

- Limpieza y descapote del área.

- En la **Figura 3-44** se presentan diseños tipo de ZODME hasta con tres niveles:

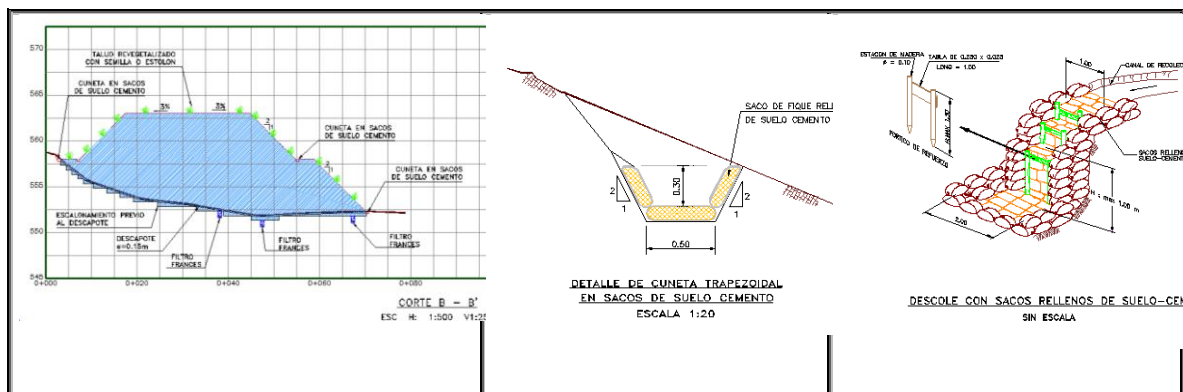
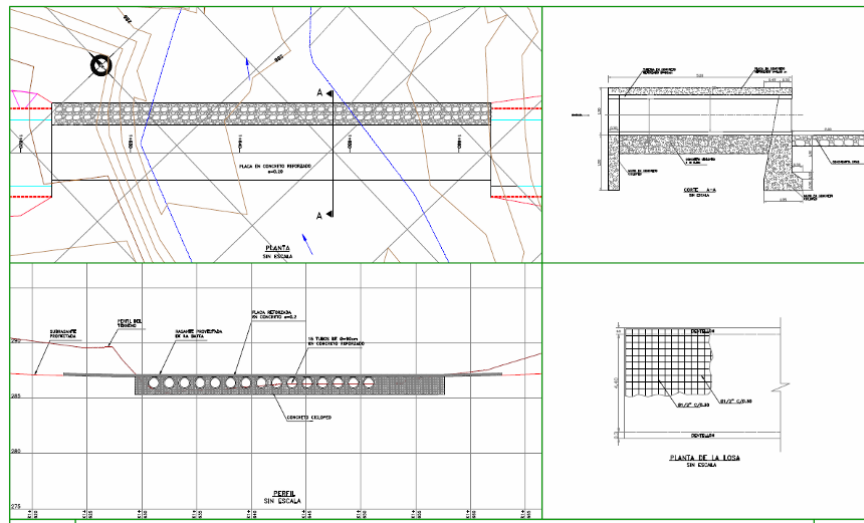


Figura 3-44 Diseño Tipo de ZODME

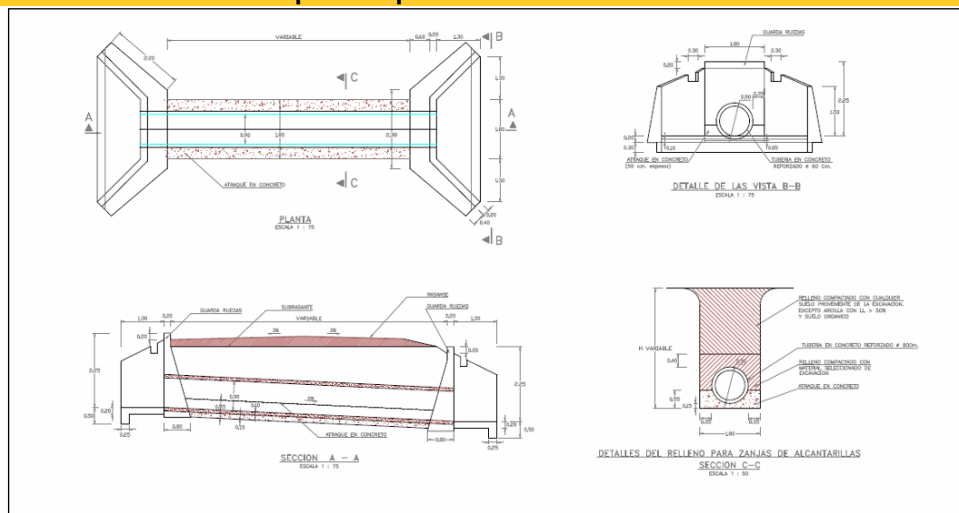
Se instalarán las señales verticales de tránsito necesarias, conforme lo establezcan los planos del proyecto o lo indique el interventor. El diseño de las señales, dimensiones, mensajes y colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el “Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras” de Colombia y demás normas complementarias.

Para la construcción de las vías de acceso se puede dar el cruce de corrientes de agua superficial, tanto en los cauces permanentes, las corrientes intermitentes o en los cambios de pendiente, para lo cual se requiera de la construcción o adecuación de las obras de drenaje que permitan el tránsito de vehículos de forma segura, tales como bateas, alcantarillas, box couvert y puentes. Para el manejo de las aguas lluvias sobre y alrededor de las vías se plantea la conformación de cunetas laterales que ayuden a canalizar estos flujos y las lleven a las estructuras de drenaje, evitando de esta forma los daños prematuros por estancamientos de agua.

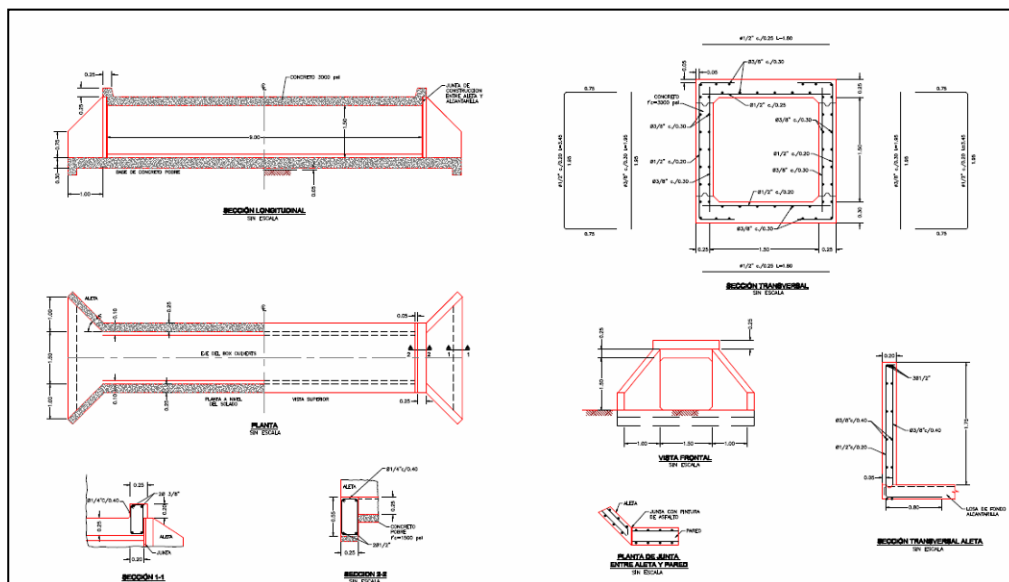
Los diseños típicos que se pueden usar en la construcción de estas obras se presentan en la **Figura 3-45** es importante mencionar que cada diseño de estas estructuras dependerá de un estudio detallado que tenga en cuenta el régimen hidráulico, hidrológico, topografía y demás parámetros que permitan conocer el comportamiento de estas corrientes, que será presentado en el Plan de Manejo Ambiental respectivo.



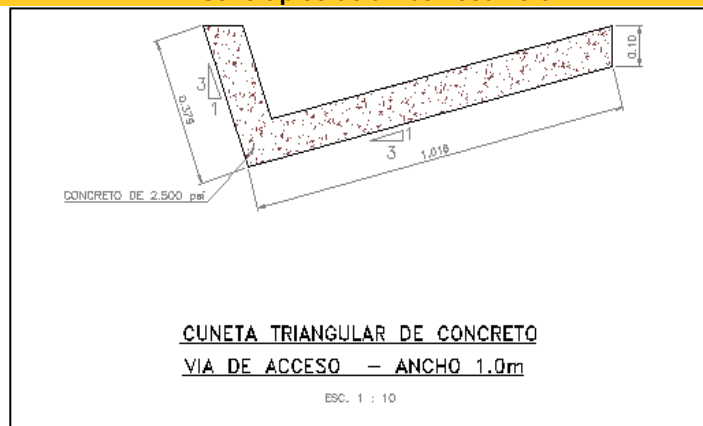
Esquema típico de una batea de tubo



Diseño tipo de una alcantarilla sencilla $\phi = 36$



Diseño típico de un box culvert

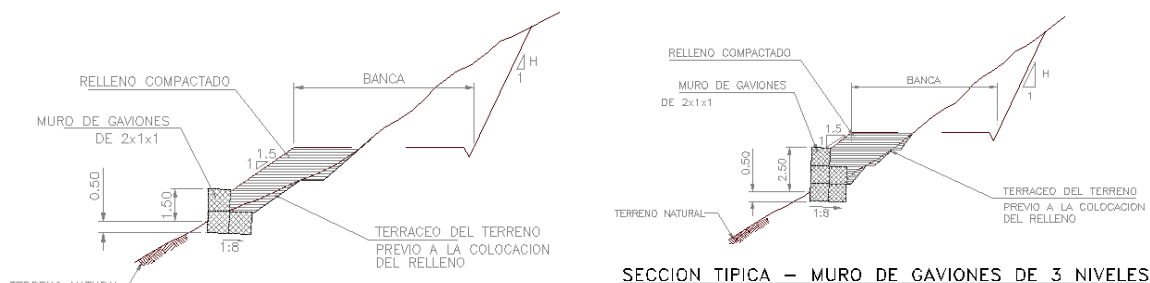


Cuneta Típica de Concreto
Figura 3-45 Diseño tipo de obras hidráulicas y de Arte a Construir
Fuente: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

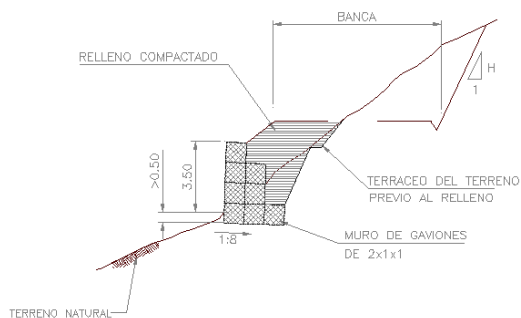
Gaviones

Donde las condiciones lo requieran según los estudios de detalle para cada Plan de Manejo Ambiental se instalarán gaviones para la protección de terraplenes y taludes, el encauzamiento de ríos y quebradas o como obras de control de sedimentos, con las dimensiones y alineamientos necesarios.

El procedimiento de construcción tendrá en cuenta que el terreno donde se vayan a instalar los gaviones debe ser firme y estar nivelado. Cada canasta deberá ser armada en el sitio de instalación, estableciendo su forma prismática con uso de formaleas, palancas, varillas o cualquier otro medio apropiado; durante la llenada con material pétreo se debe mantener esa forma, mediante tensores interiores de alambre al tercio (1/3) y dos tercios (2/3) de su altura y mediante el uso de soportes laterales, de acuerdo con lo indicado en los planos de construcción. En la **Figura 3-46** se presentan diseños típicos de gaviones:



SECCION TIPICA - MURO DE GAVIONES DE 2 NI



SECCION TIPICA - MURO DE GAVIONES DE 4 NIVELES

Figura 3-46 Diseños Típicos de Gaviones
Fuente: Maurel & Prom Colombia B. V. 2019

Filtros

Para efectos del manejo de la escorrentía se instalarán filtros donde las condiciones de diseño específico lo establezcan, a fin de evacuar en forma controlada las aguas de los taludes. Se construirán filtros o sub-drenes de tubería perforada y material filtrante, en los sitios y dimensiones indicados en los planos de diseño del proyecto. El trabajo incluye la excavación de las zanjas para los filtros, el suministro e instalación de geotextil, el suministro y la colocación de los tubos perforados, las conexiones de la tubería perforada con pocetas, drenes y otros tubos, el suministro, colocación del material filtrante; el recubrimiento del filtro con material apropiado y el desecho de todo material sobrante en zonas aprobadas, de acuerdo con los planos del proyecto.

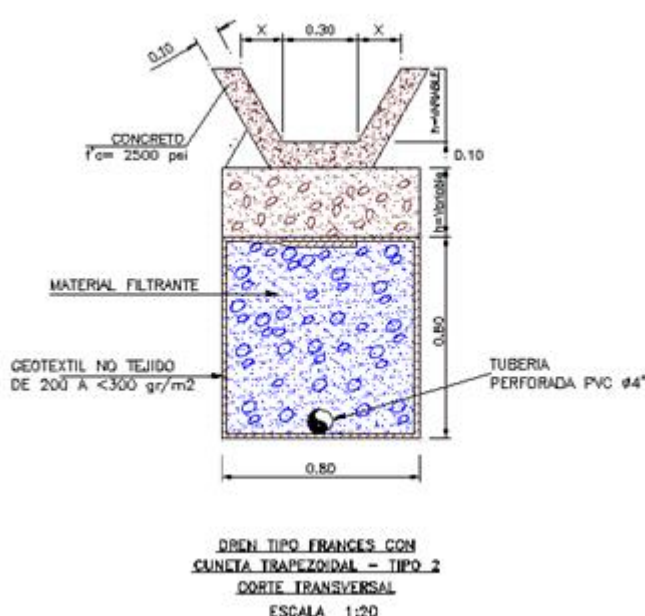


Figura 3-47 Diseño Tipo de un Dren Francés

Fuente: Maurel & Prom Colombia B. V., 2019

Señales de Tránsito

Se instalarán las señales de tránsito verticales preventivas, informativas y reglamentarias necesarias de acuerdo con la legislación vigente y las especificaciones de diseño. Para la instalación de la señal se efectuará una excavación cilíndrica de treinta centímetros (30 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad; en terraplenes se debe evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada.

El anclaje se realizará rellenando la excavación con un concreto simple cuya resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días sea, como mínimo, de 2000 psi. Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior de diez centímetros (10 cm) cada una, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto. La altura libre mínima de la señal, medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde de la rasante con afirmado, será de un metro con cincuenta centímetros (1.50 m).

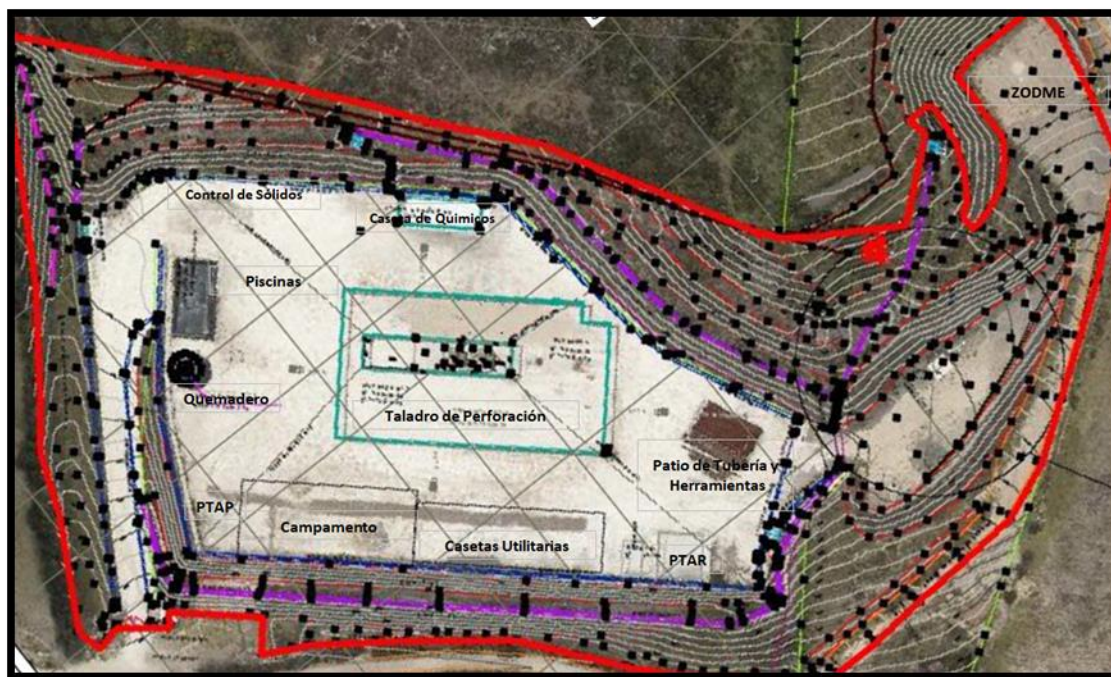
- **Longitud máxima a construir**

En caso de requerirse se construirá una longitud máxima de vías nuevas de hasta treinta (30) kilómetros en el APE COR-15, compuesta por tramos hasta de cinco (5) Kilómetros por locación, con anchos de hasta 7 metros.

- ✓ **Locaciones**

En el Área de Perforación Exploratoria COR-15 se pretende la construcción de hasta seis (6) plataformas multipozo, para la perforación de hasta dos (2) pozos exploratorios por plataforma, para un total de hasta 12 pozos exploratorios con una profundidad vertical promedio de 7.000 ft.

La localización de las plataformas se realizará teniendo en cuenta los resultados de la zonificación de manejo ambiental. El área estimada para cada plataforma es de 3 ha cada una.



Locación Tipo para Perforación Exploratoria

Fuente: Maurel & Prom Colombia, 2019

Una vez perforados los pozos, se planea la realización de pruebas cortas, cuyos resultados serán indicativos para pasar a realizar pruebas cortas y extensas de producción.

La profundidad final puede estar entre 6.000 y 12.000 ft, lo que en promedio serían 7.000 ft aproximadamente. La profundidad final del pozo (longitud del pozo) puede variar dependiendo de la trayectoria del mismo desde la superficie hasta el objetivo en el subsuelo. Esto se da por variación de la ubicación de la locación en superficie, que está sujeta a condiciones del entorno como son la presencia de cuerpos de agua, nacideros u otros elementos de especial sensibilidad socioambiental. Una vez la ubicación en superficie es conocida, se debe trazar una trayectoria para que el pozo alcance el objetivo buscado en el subsuelo.

Como se mencionó anteriormente, en caso de tener hallazgos de hidrocarburos, se ampliarían dos de las seis locaciones para alojar las Facilidades Tempranas de Producción o se habilitará un área de una hectárea para la instalación de facilidades.

En la tabla a continuación se muestra los requerimientos de una plataforma tipo de perforación para un taladro de 1500 hp que se ha calculado es suficiente para los requerimientos técnicos de la perforación en el APE COR-15.

Tabla 3-24 Elementos o áreas principales que deben existir en una plataforma de perforación convencional

USO DE ÁREA	REQUERIMIENTOS Y USOS	ÁREA (HA)
Taladro de	-Placa de concreto para ubicación del taladro de perforación	0.3

USO DE ÁREA	REQUERIMIENTOS Y USOS	ÁREA (HA)
perforación	-Cárcamos internos para contención de derrames -Contrapozo para instalación de tubo conductor y contención de fluidos. -Desnivel hacia cunetas perimetrales para que fluido no se acumule en contrapozo durante lluvias. En esta zona se van a ubicar los siguientes equipos principales requeridos para la perforación: -Taladro de perforación compuesto principalmente de subestructura, torre y planchada para movimiento de herramientas -Generadores de electricidad -Tanques de lodo -Tanques de combustible -Bombas de lodo -Cuartos de control eléctrico del equipo	
Control de Sólidos	Área requerida para la ubicación de tanques, centrífugas y bombas usadas para limpiar el fluido de perforación y para iniciar los tratamientos a los recortes de perforación que salen del pozo.	0.1
Compañías de Servicios Técnicos	Instalación de casetas de compañías contratadas por la operadora para el desarrollo de las operaciones de perforación. Incluyendo, pero sin limitarse a: -Geología: toma de muestras y evaluación geológica de recortes para hacer un mapa de las formaciones perforadas. Alistamiento y embalaje de muestras para posterior evaluación en laboratorio y almacenamiento en litoteca nacional. -Registro de incidentes: servidor que recibe información de múltiples sensores instalados en diferentes partes del taladro para tener control sobre las operaciones de perforación. Transmite información de la perforación en tiempo real a través de internet. -Control de sólidos: tratamientos a fluidos y recortes previo a su disposición final -Fluidos de perforación: laboratorio dotado de equipos necesarios para realizar pruebas físico-químicas al fluido usado para perforar el pozo y determinar adiciones o tratamientos requeridos. -Direccional: sensores que reciben señal de las herramientas de fondo con el propósito de perforar pozos desviados de acuerdo a trayectorias predeterminadas.	0.2
Patio de Tubería y Herramientas	Terreno nivelado para ubicación de soportes de tubería de trabajo y de revestimiento. Este espacio se utiliza para lo siguiente: -Almacenamiento de tubería de trabajo antes/después de su uso -Almacenamiento de tubería de revestimiento antes de su uso -Inspección de tubería	0.2
Campamento	Ubicación de casetas usadas como: -Dormitorios con facilidades sanitarias -Oficina y Sala de reunión -Comedor y Cocina -Cuartos de almacenamiento de alimentos (frío y convencional) -Lavandería -Unidad médica	0.2
Sistemas de tratamiento de agua residual y almacenamiento de agua PTAR-PTAP	Plantas de tratamiento de agua residual y agua potable para uso doméstico de las instalaciones de campamento.	0.05
Piscina (Opcional) O Catch Tanks	Piscinas construidas con diferentes usos: -Almacenamiento de agua limpia -Tratamiento de fluidos producto de la perforación	0.2

USO DE ÁREA	REQUERIMIENTOS Y USOS	ÁREA (HA)
Zona de Irrigación	Zona destinada para irrigación de agua después de haber sido utilizada y tratada, garantizando cumplimiento con reglamentación para vertimiento en suelo. De acuerdo con el decreto 1076 de 2015.	0.85
Quemadero	Instalación de quemadero para gas en caso de una contingencia durante las operaciones de perforación o durante las pruebas iniciales de producción. Esta zona debe quedar aislada del campamento y de almacenamiento de combustibles para evitar conflagraciones durante operaciones de quema de gas.	0.1
Almacenamiento de Químicos	Almacenamiento de productos químicos usados para la preparación del fluido de perforación. Debe cumplir con los siguientes requisitos: -Suelo afirmado en concreto para soportar las estibas de material y diseñado de tal forma que contenga el derrame de productos líquidos al interior. -Sistema de drenaje con válvula que permita descargar de forma controlada el contenido hacia cunetas perimetrales. -Cubierta para proteger de sol y lluvia. La altura de la cubierta debe permitir acceso de retrocargador y movimiento de cargas al interior (4 m aprox).	0.05
Almacenamiento de Combustibles	Contenedores y cárcamos donde se instalan los tanques que contienen el combustible requerido por los diferentes equipos. Además de almacenarlos tienen como función el aislamiento de la superficie circundante en caso de fugas. Se encuentran debidamente impermeabilizados y tienen la capacidad de contener el fluido en caso de fuga.	0.06
Parqueadero	Zona exterior al cerramiento principal para ubicación de vehículos de transporte de personal, carga y otros (ambulancias, busetas, etc.). Esta área exterior tiene varias funciones: -Un lugar para dejar vehículos temporalmente mientras se habilita ingreso. -Tener vehículos de emergencia lejos del área operativa en caso de una contingencia.	0.25
Área de Movilización	Área disponible para la circulación de vehículos para transporte de carga y personal al interior de la locación. Debe garantizarse áreas suficientes de circulación que permitan maniobrabilidad y eviten accidentes al interior de la locación.	0.2
Helipuerto	Área para la aproximación y decole de helicóptero que puedan llegar a ser necesario para la evacuación de personal ante una emergencia médica.	0.1
Área para facilidades tempranas de producción	Área de expansión de la plataforma, destinada a la instalación de equipos de producción para pruebas extensas o como facilidades tempranas de producción dependiendo de los resultados de perforación.	1.0
Total		4.0

Fuente: FEEL Consulting, 2019

• Métodos constructivos

Las actividades de adecuación de las plataformas de perforación exploratoria iniciarán con la negociación de los predios seleccionados para la construcción de las locaciones, ya sea mediante establecimiento de servidumbre o compra del predio. Una vez legalizado el terreno se procede a la movilización de la maquinaria y equipos requeridos para iniciar las actividades de construcción de la plataforma de la locación.

- **Locaciones**

El procedimiento de construcción para cada plataforma (incluidas las facilidades) iniciará con la movilización de la maquinaria y equipos requeridos para las actividades de explanación (cortes y/o rellenos); de forma simultánea se realizará la localización y replanteo de todos los elementos que conforman la plataforma y posteriormente se construirá el cerramiento.

- **Localización y Replanteo**

De acuerdo con los planos de diseño definitivo, y tomando como puntos de amarre topográfico los mojones de referencia instalados durante la etapa de diseño, se procederá al replanteo del área de la plataforma que será realizada por una comisión de topografía. El objetivo de esta actividad es localizar mediante estacas sobre el área todos los elementos que conforman la locación de tal manera que se identifiquen claramente todas las áreas a intervenir durante la etapa de construcción.

- **Desmante y Descapote**

Consiste en retirar de las áreas a intervenir la cobertura vegetal existente con el propósito de proceder a acopiarlo en las zonas de disposición de capa vegetal para posteriormente utilizarlo en la etapa final en las actividades de revegetalización de las áreas intervenidas.

Las áreas definidas para la construcción de las locaciones en el APE COR-15, se ubicarán en zonas de baja a moderada pendiente.

- **Construcción de Obras de Subdrenajes**

Las obras de subdrenajes corresponden a filtros contruidos con material granular y geotextiles instalados en una zanja lo cual garantizará la evacuación de los excesos de agua que se puedan acumular o infiltrarse desde zonas aledañas en el área de la plataforma de perforación.

- **Cortes y Rellenos**

Esta actividad consiste en la conformación y/o nivelación del área de la plataforma de perforación mediante el uso de materiales producto de los movimientos de tierra utilizando maquinaria y equipos de acuerdo a lo establecido en los diseños y referenciados en el área por las actividades de topografía.

La magnitud de los cortes y rellenos se establecerá durante el proceso de diseño de cada una de las áreas que se proyecten las locaciones, a partir del levantamiento topográfico en detalle de la zona a intervenir.

La conformación del área de la locación será compensada entre cortes y los rellenos de manera perimetral para completar el espacio necesario para la plataforma de perforación. La ubicación de los diferentes sectores que conforman el área necesaria para la plataforma se seleccionará de acuerdo con la zonificación ambiental del proyecto.

- **Instalación de material de Sub-base y Afirmado**

Corresponde a la instalación de la capa superficial de la plataforma para mejorar las condiciones de soporte y garantizar el desplazamiento sobre la plataforma y evitar la formación de baches y la afectación del material de la subrasante.

El material de afirmado será de carácter granular y mejorará las condiciones de resistencia de los materiales de la plataforma y permitirá el soporte del tránsito pesado sobre la misma. El material de afirmado debidamente instalado y compactado evitará la infiltración del agua para evitar movimientos de la base.

- **Construcción de Piscinas**

Son depósitos excavados en tierra y recubiertos con geomembrana para albergar y tratar el agua residual generada durante la perforación de los pozos. Las dimensiones dependerán del volumen a manejar, el cual a su vez está directamente relacionado con la profundidad del pozo y el diámetro de perforación.

Para las plataformas de perforación se proyecta la construcción de piscinas (entre 2 y 3), con un borde libre de 0,70 m a 0,50 m. y una profundidad total entre 2,50 y 3,50 m, e impermeabilizadas con geomembrana, y con taludes de 1H: 1V, con lo cual se obtiene una capacidad de almacenamiento suficiente para el manejo de lo generado en los pozos exploratorios.

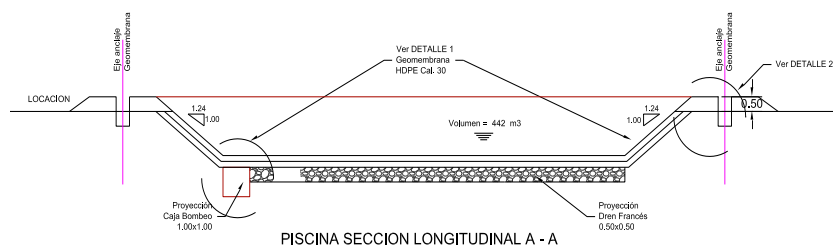
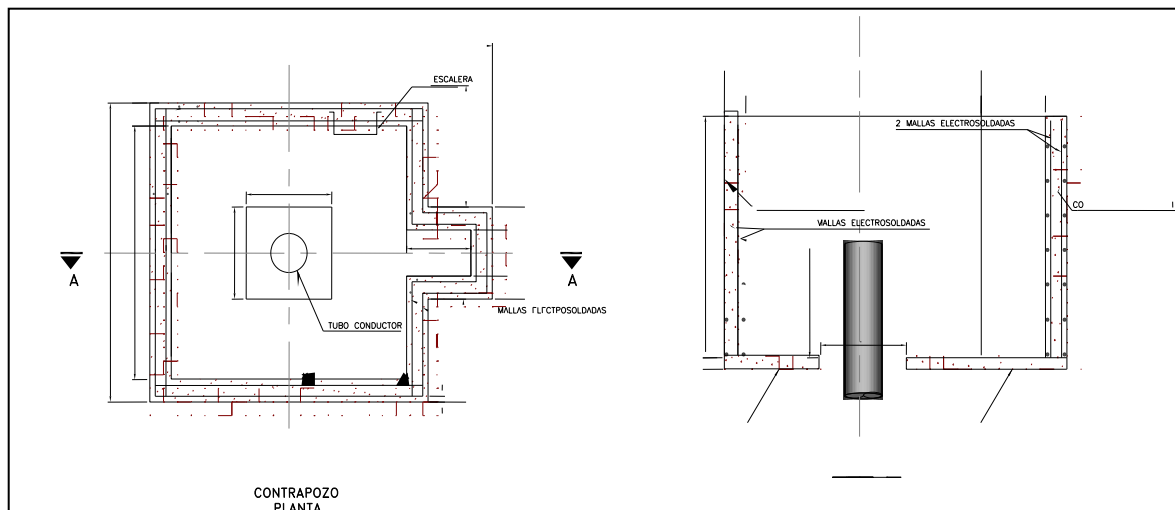


Figura 3-48 Piscinas Tipo

- **Construcción de Obras de Drenaje y Estructuras de Concreto**

Consiste en la construcción del sistema para el manejo de aguas lluvias de la plataforma, y se refiere a cunetas, cárcamos y a la construcción de todos los elementos en concreto que hacen parte de la plataforma como: cellar, skimmer y otros. Los diseños definitivos serán entregados en los planes de manejo ambiental específicos. (Ver **Figura 3-49**).



CONTRAPOZO Y TUBO CONDUCTOR TIPO



Área de Soporte del Taladro

Tubo Conductor

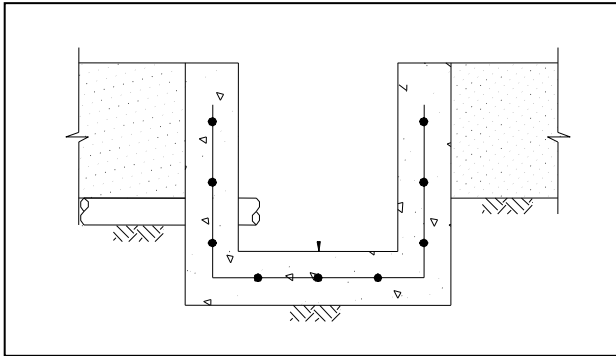
Figura 3-49 Esquema tipo de algunas de las estructuras en Concreto

Los concretos se aplicarán en bolsas o a granel. El equipo para la fabricación del concreto efectuará una mezcla regular de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

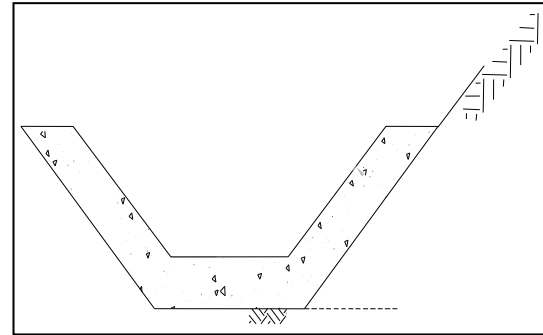
El equipo mínimo para la fabricación comprende la mezcladora, la balanza para el pesaje de los agregados, dispositivos o vehículos para el transporte y colocación de los agregados, entre otros. Las mezcladoras serán de un tipo adecuado que permitan obtener una mezcla uniforme. Las mezcladoras serán del tipo tambor capaces de manejar cemento, agua y agregados de manera homogénea, dentro del periodo de mezcla especificado y sin producir segregación.

Los encofrados y el concreto se aplicarán al final de la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes más allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran con las fundaciones sobre las cuales el concreto estará en contacto.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el concreto, incluyendo las superficies de las juntas de construcción, el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de la roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. La limpieza incluirá el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies del suelo o rellenos, para los cuales este método no será obligatorio. Las fundaciones en suelo común contra las cuales se coloque el concreto deberán recubrirse con una capa de concreto pobre.



SECCIÓN TÍPICA CÁRCAMO PERIMETRAL



SECCIÓN TÍPICA CUNETA TRAPEZOIDAL



CUNETA PERIMETRAL Y SKIMMER TIPO

Figura 3-50 Obras de Drenaje y Estructuras de Concreto Tipo

- **Instalaciones de Apoyo**

Las labores de construcción se ejecutan con personal de la región, el cual pernocta en las viviendas existentes en las veredas del área de influencia, de no ser posible, se acondicionan campamentos para el personal operativo. Para la construcción de las vías y locaciones es necesaria la adecuación de áreas operativas, tales como: oficina, depósito de materiales, maquinaria y herramientas; adecuación del área de taller para mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos y zonas de abastecimiento de combustible; los equipos permanecerán en el frente de trabajo.

Como instalaciones de apoyo temporal se requiere la construcción de una bodega para almacenar los materiales requeridos para la construcción de las diferentes obras; dicha bodega tendrá como dimensiones máximas 10 m x 8 m y se construirá en madera (tabla burra, listones, vigas, cercos y columnas) y teja de zinc, o se adecuará un contenedor como bodega de materiales. De igual manera, en los frentes de trabajo se instalarán baños portátiles o letrinas secas considerando el criterio de un baño por cada 15 trabajadores.

- **Estimativo de volúmenes de corte y relleno**

Los movimientos de tierra estimados para la construcción de una locación se presentan en la **Tabla 3-25**.

Tabla 3-25 Movimiento de tierra para la construcción de una plataforma

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
Descapote	m3	6.000
Corte	m3	30.000
Terraplén	m3	15.000
Material de disposición	m3	21.000

FUENTE: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2.019

- **Área de Facilidades Tempranas Adicionales**

En caso de ser necesario de acuerdo con los resultados de la perforación exploratoria, se realizará la conformación de áreas específicas de facilidades tempranas de producción hacia la cual se conectarán las plataformas mediante las líneas de flujo. Esta zona tendrá una superficie de ocupación de **una (1) hectárea** y en ella se instalarán los manifold de recibo, tanques de almacenamiento, los separadores, los equipos de tratamiento.

Es necesario anotar que se acondicionarán hasta 3 sitios para facilidades tempranas de producción de la siguiente forma: mediante la ampliación de dos de las seis locaciones en una hectárea donde se ubicarían las facilidades y, a partir de la intervención y adecuación de una superficie de una hectárea para instalación de equipos.

- **Estaciones de Recibo y Entrega de Crudo y Gas**

Se tiene proyectada la construcción de hasta dos (2) estaciones para la recepción del crudo y el gas, así como para el cargue de los carrotanques. Estas estaciones ocuparían cada una hasta una (1) hectárea.

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

En los centros urbanos del área de influencia solo se tiene previsto aprovechar la infraestructura hotelera para alojamiento de personal, suministro de alimentación y/o adquisición de bienes y servicios, estacionamiento de maquinaria en parqueaderos y/o almacenamiento de equipos. Así mismo, se aprovecharán locales comerciales para el establecimiento de la oficina para atención de las comunidades y demás partes interesadas.

No se tiene prevista la construcción de ningún tipo de infraestructura en los centros urbanos, ni la conformación de áreas industriales en los mismos.

- **Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases y o material particulado.**

Las emisiones que se generarán durante la fase de adecuación, mejoramiento y/o construcción de vías, la construcción de locaciones, facilidades tempranas de producción y estaciones de recibo, serán las de combustión de los equipos y maquinaria empleada. Así mismo, el material particulado que se volatiliza en las vías que no cuentan con pavimentación y cuya manifestación de la situación se dará principalmente durante el verano. (Ver Modelación de Calidad de Aire, Capítulo 5).

Las emisiones atmosféricas son generadas por combustión de los motores de la maquinaria y equipo requerido en la construcción de las locaciones (Bulldózer, Cargador, Compactador, Volquetas, entre otros), siendo estas correspondientes a CO, SOx y NOx.

- **Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles.**

Las emisiones de ruido se darán por el trabajo de la maquinaria sobre las vías, locaciones, facilidades tempranas de producción y estaciones de recibo. Estas emisiones se manifestarán en el horario diurno, es decir de 6:00 am hasta las 6:00 pm durante la fase de obras civiles.

- **Fuentes factibles de materiales de construcción.**

Las fuentes de materiales de construcción que se aprovecharán para el proyecto de acuerdo con la consulta realizada en CORPOBOYACÁ se presentan en la **Tabla 3-26**.

Tabla 3-26 Fuentes de Materiales de Construcción

No	CONTRATO DE CONCESION Agencia Nacional de Minería -ANM	TITULAR	TIPO DE PROYECTO	MUNICIPIO	VEREDA	LICENCIA AMBIENTAL	OTORGADO
1	17956	Marco Antonio Castañeda	Materiales De Construcción	Tasco	Santa Bárbara	871	3/11/1999
2	0181-15	Sika De Colombia S.A	Materiales De Construcción	Corrales	Reyes Patria	1241	19/12/2005
3	00-582-15	María Luisa Álvarez León	Arena	Tasco	Santa Bárbara	929	17/4/2011
4	JBf-08071	Dora León Rojas	Materiales De Construcción	Tasco	Santa Bárbara	2938	26/10/2010
5	ICQ-081712	Elio Gilberto Parada Barrera	Explotación De Materiales De Construcción	Corrales	Pantanitos	1756	13/6/2011
6	375-15	Jorge Guillermo Castañeda Alfonso	Explotación Arena	Tasco	Santa Bárbara	838	30/12/1996

Fuente: CORPOBOYACÁ, 2019

- **Estimativo de recursos naturales**

A continuación, se estima la demanda de recursos naturales en la construcción y adecuación de las plataformas multipozo:

- **Recurso Suelo**

El área de intervención para la construcción de los diferentes elementos se ha relacionado en la **Tabla 3-27**, en donde se presenta que la superficie a ocupar si se desarrollan la totalidad de elementos previstos para la perforación exploratoria implicaría un área de 40,62 hectáreas, lo que equivale al 0.3% de las 9396,4 hectáreas que integran el APE COR-15 ha:

Tabla 3-27 Área de Intervención para la Construcción del APE COR-15

ACTIVIDAD	CANTIDAD	ÁREA UNIDAD (hectáreas)	ÁREA TOTAL (hectáreas)
Locaciones	6	3	18

ACTIVIDAD	CANTIDAD	ÁREA UNIDAD (hectáreas)	ÁREA TOTAL (hectáreas)
ZODMES	6	1	6
Ampliación de plataformas para Facilidades Tempranas de Producción	2	1	2
Área de Facilidades Tempranas Adicional	1	1	1
Estaciones de recibo de crudo y gas	2	1	2
Hasta 30 Km de Vías nuevas (ancho de 7 metros)	Hasta 30 Km de vía nueva por hasta 7 metros de ancho	21	21
8 ocupaciones de cauce (8 metros de ancho x 10 metros de largo en cada lado)	8	0,008	0,064
Hasta 15 Km de líneas de flujo (Derecho de vía de hasta 7 metros)	10,5	1	10,5
Área Total a Intervenir con desarrollo completo del proyecto			60.54

- **Recurso Hídrico Superficial**

El agua requerida corresponde a 2 LPS, los cuales serán tomados del Río Chicamocha o de la perforación de un pozo de agua asociado a una de las plataformas. El agua se requiere para la colocación y compactación del material de afirmado y la mezcla y fundida de concreto.

- **Aprovechamiento Forestal**

En caso de requerirse aprovechamiento forestal para la construcción de plataformas en el APE COR-15 se realizará en los volúmenes y coberturas solicitadas en el capítulo 7 del presente documento.

- **Fuentes de Emisiones Atmosféricas**

Las fuentes de emisión de partículas en la construcción de locaciones para el APE COR-15, corresponden a las generadas en el manejo de material de construcción (pétreos, material de préstamo lateral), y a las generadas por maquinaria y equipo empleado en la construcción al interior del área industrial.

- **Generación Manejo, Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos**

En la construcción de las locaciones y vías de acceso se generarán residuos de tipo líquido y sólido, los cuales serán manejados como se presenta a la **Tabla 3-28**.

Tabla 3-28 Manejo de residuos durante la etapa constructiva

TIPO DE RESIDUO GENERADO	MANEJO AMBIENTAL Y DISPOSICIÓN FINAL
RESIDUOS SÓLIDOS CONVENCIONALES	
Residuos Líquidos: Aguas residuales	Serán manejados mediante baterías sanitarias móviles

TIPO DE RESIDUO GENERADO	MANEJO AMBIENTAL Y DISPOSICIÓN FINAL
domésticas de origen sanitario (negras) y las de casino y lavandería (grises)	instaladas en los frentes de obra. Su manejo y disposición final podrá realizarse a través de un tercero especializado y autorizado ambientalmente para ello.
Residuos Sólidos Domésticos: Residuos de papel, vidrio, plástico, icopor, envolturas, envases y orgánicos entre otros.	Se realizará mediante selección en los puntos de generación, almacenándolos en canecas plásticas con tapa y bolsas. Posteriormente se dispondrán en la caseta de acopio del APE COR-15. Todos los residuos reciclables se entregan a una empresa recicladora y los no reciclables a un relleno sanitario que cuente con Licencia Ambiental.
RESIDUOS SÓLIDOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
Materiales sobrantes de descapote y excavación	El material se reutilizará en recuperación de áreas intervenidas ya sea restauración o rellenos. No obstante, serán almacenados temporalmente en los ZODMES.
Residuos de Construcción: colillas de soldadura, partes y piezas metálicas	Se recogen y almacenan en el área de acopio en canecas de 55 galones, para su posterior entrega a un tercero autorizado para su manejo y disposición final.

FUENTE: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

- **Maquinaria y equipos a utilizar**

La maquinaria y equipo utilizado para adecuación y construcción de vías de acceso y la conformación de las locaciones, facilidades y estaciones de recibo será el equipo de topografía, maquinaria como bulldózer, compactador, cargador, retroexcavadora, mezcladora de concreto y vehículos como volquetas y camperos.

- **Personal Requerido**

En la construcción de cada plataforma y vía de acceso se contará con personal calificado y no calificado. En la **Tabla 3-29**, se puede identificar el personal necesario para la construcción de una locación, facilidades, estaciones y vías de acceso.

Tabla 3-29 Estimativo de personal para la construcción de cada locación, facilidades, estaciones y vías de acceso

PROFESIÓN, CARGO O FUNCIÓN	CANTIDAD PERSONAS
Ingeniero Civil, Director de Obra	1
Ingeniero Civil, residente de obra	1
Interventor Ambiental	1
Interventor de obras civiles	1
Supervisor de obras civiles	3
Administrador de campo	1
Inspector de obra	2
Almacenista	1
Topógrafo	2
Cadeneros (primero y segundo)	4
Maestro de obra	2
Oficial de construcción	4
Ayudante de construcción	48
Conductores de volquetas	10
Con ductores de camionetas	3
Operario de bulldózer	2
Operario de motoniveladora	2
Operario de Vibrocompactador	2

PROFESIÓN, CARGO O FUNCIÓN	CANTIDAD PERSONAS
Operario de Retroexcavadora	2
Operario de cargador	1
Auxiliar de maquinaria	5
TOTAL DE PERSONAL	98

Fuente: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

3.2.2.6 Perforación de Pozos

➤ Número máximo de pozos a perforar

Como se mencionó anteriormente en el Área de Perforación Exploratoria COR-15 se pretende la construcción de hasta seis (6) plataformas multipozo, para la perforación de hasta dos (2) pozos exploratorios por plataforma, para un total de hasta 12 pozos exploratorios con una profundidad vertical promedio de 7.000 ft.

En la **Figura 3-51** se muestra una plataforma tipo con las características generales descritas anteriormente para los elementos operativos de la perforación.

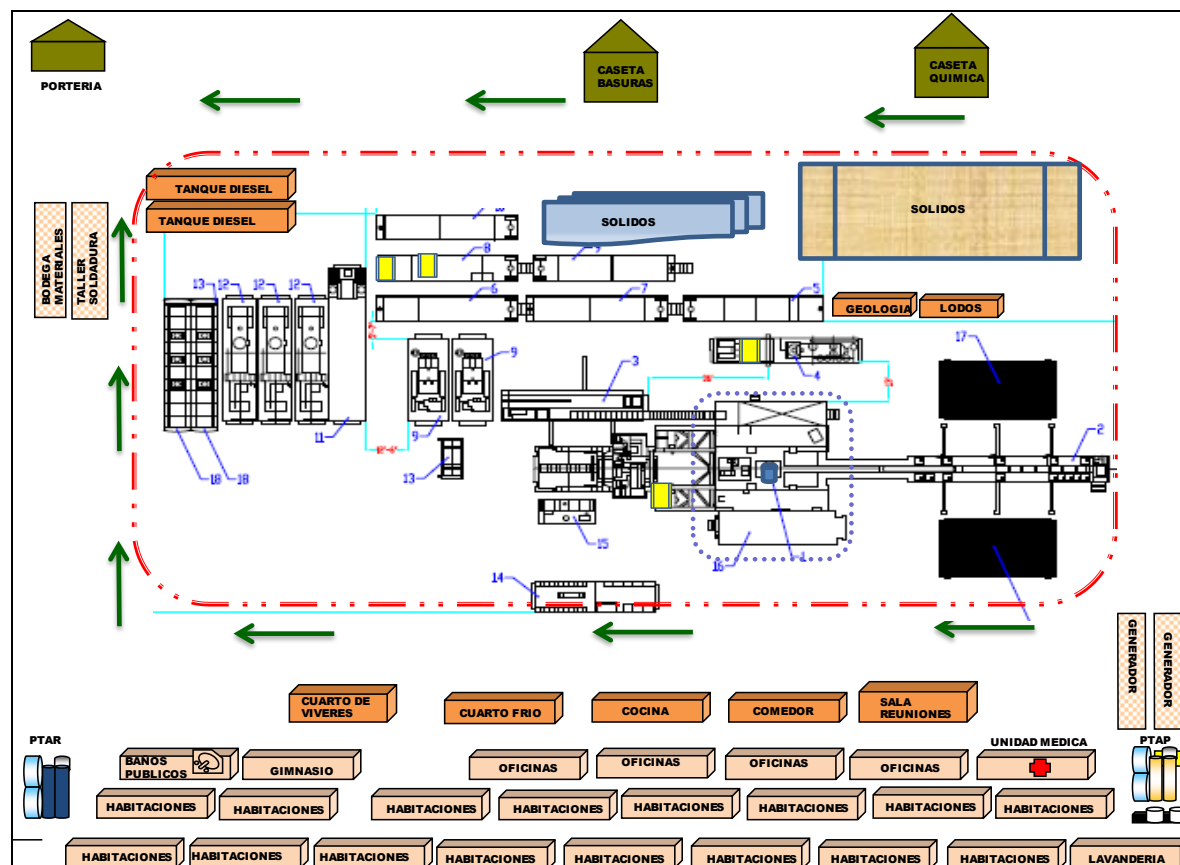


Figura 3-51 Esquema general de distribución de equipos en plataforma de perforación

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El área de la plataforma estará aislada del medio circundante mediante un cerramiento con una cerca tradicional en postes de cemento y con 6 a 8 hilos de alambre de púas.

A continuación, se presentan las características de la fase de perforación estableciendo desde el número de pozos a perforar hasta la fase de pruebas de producción. Las especificaciones están basadas en las Normas Técnicas Colombianas (NTC) establecidas por el ICONTEC y las normas y prácticas recomendadas establecidas por el American Petroleum Institute (API).

Los valores establecidos en este documento constituyen rangos de operación que pueden variar dependiendo de los requerimientos de la operación y de los resultados que se vayan presentando durante el desarrollo del proyecto. Las dimensiones de tanques, tuberías y equipos dependerán de los resultados obtenidos en las operaciones, pero los rangos establecidos garantizan suficiencia operativa para los supuestos manejados, como se mencionó previamente, las especificaciones se presentarán en cada plan de manejo ambiental.

3.2.3 Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación

Para la perforación de los pozos se contará con un equipo de perforación convencional por rotación, el cual consta básicamente de:

- **Torre de perforación**
- **Mesa rotaria y top drive**
- **Bombas de lodo**
- **Generadores de energía**
- **Motores**
- **Tubería de perforación**
- **Tanques de agua/lodo**
- **Válvulas preventoras de reventones**
- **Malacate**
- **Tanque de combustible**

En la **Tabla 3-30** se detalla el equipo y las herramientas para la perforación.

Tabla 3-30 Equipos y herramientas usados para la perforación

EQUIPO	ACCESORIOS
EQUIPO DE CONTROL DE REVENTONES	Indicadores de flujo Indicadores de volumen en los tanques de almacenamiento. Preventoras: • Preventor anular • Ariete para tubería • Ariete ciego • Ariete para cizallar tubería • Acumulador y líneas hidráulicas • Múltiple de estrangulamiento
EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS	Zarandas Desarenador Deslimador Desarcillador Centrífugas decantadoras Bombas de transferencia
EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA	Caseta-laboratorio dotado con equipo para pruebas químicas Espectrofotómetro

EQUIPO	ACCESORIOS
	Balanza Equipo para pruebas de jarras
EQUIPO PARA CORAZONAR	Broca corazonadora Retenedor de núcleo Barril corazonador
HERRAMIENTAS PARA PERFORAR	Brocas • Tricónicas (insertos o dientes) • PDC Tubería de perforación Tubería de alto peso para perforación Botellas de perforación Martillos de perforación y aceleradores Estabilizadores Tubería de revestimiento
EQUIPO DE CEMENTACIÓN	Unidad de cementación: • Bombas de desplazamiento positivo • Tanques de mezcla • Tanques de almacenamiento de cemento Cabeza de cementación Zapato guía o flotador Collar flotador Tapón superior Tapón inferior Tubería para bombeo de cemento
EQUIPO DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	Tanques aforados de medida Múltiple de tubería Manómetros de presión Separador trifásico Kit de evaluación de la calidad del crudo y agua de formación Choques cambiables Líneas de conducción Cromatógrafo de gases Válvula de flujo Registradores de cuarzo Quemador de gas y crudo Bombas de transferencia
EQUIPO PARA DIRECCIONAR POZO	Collar no magnético Motor de fondo Herramientas MWD para posicionamiento Herramientas LWD para registros eléctricos
OTROS EQUIPOS	Colgador del revestimiento Equipo de soldadura Equipos de control de incendios Montacargas Vehículos de transporte pesado • Grúa telescópica (80-120 ton) • Montacargas • Volquetas • Carrotanques • Retroexcavadora Vehículos de transporte liviano (operadas con diésel) • Camionetas • Busetas
EQUIPOS CON FUENTES	La única fuente radioactiva relacionada con los proyectos de

EQUIPO	ACCESORIOS
RADIATIVAS	perforación, corresponde a algunas herramientas utilizadas para los registros eléctricos de pozo.
REGISTROS ELÉCTRICOS	Camión de registros Cable de comunicación Sonda de registros eléctricos

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.2.4 Equipos y Procedimientos De Seguridad para Arremetidas de Pozo

Debido a diversas condiciones geológicas, es posible encontrar fluidos (agua, aceite, gas o una combinación de ellos) confinados con presiones altas en los poros de las formaciones perforadas. La presión de confinamiento de estos fluidos se conoce como presión de formación. Esta presión de confinamiento forzaría a los fluidos a salir a la superficie cuando se perforan esas formaciones. Por esta razón se perforan pozos con fluidos de perforación que generen una presión hidrostática que sea mayor a la presión de formación que se espera encontrar. Ver **Figura 3-52**.

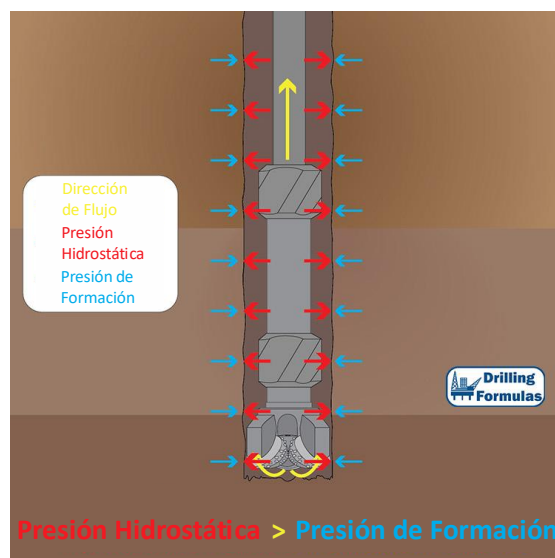


Figura 3-52 Esquema de presión de formación vs presión hidrostática durante perforación

Fuente: www.drillingformulas.com

Cuando por alguna razón, operativa o de otra índole, esta condición deja de cumplirse, los fluidos confinados al interior de la formación comienzan a migrar hacia el pozo y a desplazar al lodo con el que se está perforando. Este movimiento de fluidos genera una variación de la columna de fluido que se tiene en el pozo, lo que a su vez genera una mayor disminución de la presión hidrostática y se presenta lo que se conoce como una arremetida del pozo, patada de pozo o reventón. Dependiendo de las magnitudes del influjo, del tipo de fluido que está migrando hacia el pozo, y de la forma en que se pueda controlar este influjo antes que llegue a superficie, se puede llegar a eventos con consecuencias ambientales y de seguridad en superficie.

Todos los procedimientos y prácticas usadas para el manejo de estos eventos se conocen como *control de pozo*. En términos generales, los procedimientos de control de pozo consisten en circular de forma controlada el fluido que ha migrado hacia el pozo, mientras se impide que ingrese más

fluido al pozo. El gas que haya podido ingresar al pozo, se circula de forma controlada hacia la superficie y se quema en el quemadero para impedir que se disperse de forma no controlada al ascender del subsuelo. Esto se realiza circulando un lodo de mayor densidad que el fluido que anteriormente estaba en el pozo. Se considera que las operaciones de control de pozo han finalizado cuando la columna de fluido al interior del pozo es homogénea, no hay más migración de fluido desde la formación hacia el pozo y la presión hidrostática es mayor a la presión de formación.

Las condiciones de mayor criticidad en un evento de control de pozo se alcanzan cuando el fluido que migra es gas, debido a sus características de expansión, de ignición y de dificultad de contención que hacen que una patada de pozo con migración de gas constituya el peor escenario al momento de intentar controlar un pozo.

Es por esta razón que durante el diseño de un pozo exploratorio que puede tener presencia de gas, como el caso del APE COR-15 se deben tomar todas las medidas de precaución necesarias para que la presión hidrostática siempre sea mayor a la presión de formación, y en el caso en que esta condición deje de cumplirse, se puedan tener en sitio todos los equipos, mecanismos y procedimientos que sean necesarios para controlar el pozo e impedir que el influjo llegue a la superficie de manera no controlada.

El primer elemento para garantizar el control permanente del pozo es el factor humano. Por esta razón, todo el personal que está involucrado directamente con la operación de perforación y completamiento debe tener vigente su certificado de *Well Control* (control de pozo en inglés) emitido por una entidad acreditada por la IADC (International Association of Drilling Contractors) o equivalente. Este documento certifica que la persona ha aprobado el curso de teoría y práctica para el control de pozos. La vigencia de este documento debe ser de carácter obligatorio.

3.2.5 Conjunto de Preventoras de Reventones

Una vez que se ha perforado la sección de superficie y que se ha ubicado y cementado este primer tramo de revestimiento, se tiene en superficie la posibilidad de instalar un conjunto de válvulas y estrangulamientos que permitirán contener y redireccionar los fluidos que intenten migrar desde el fondo del pozo hacia superficie. Este equipo se conoce como preventoras de reventones o *BOP stack* (Blowout Preventer – en inglés). En la **Figura 3-53** se observan los diferentes elementos que la componen y como se instalan sobre el tubo de revestimiento.



Figura 3-53 Conjunto de preventoras de reventones
Fuente: FEEL Consulting, 2019

Al interior de cada una de las secciones de la BOP existen unos arietes cuyo movimiento se utiliza para bloquear el flujo de los fluidos desde el pozo, en caso de ser necesario. En el esquema de la Figura 3-54, se muestra la ubicación de la tubería de perforación al interior de la BOP.

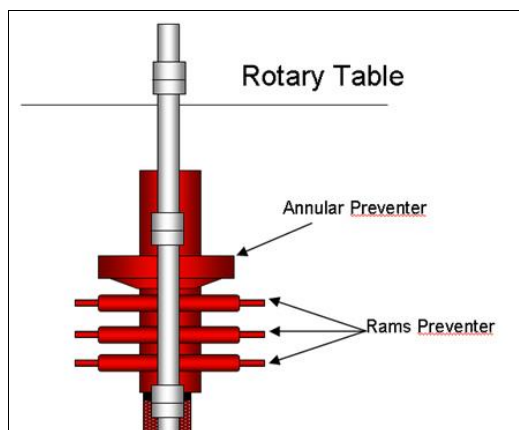


Figura 3-54 Esquema de BOP con tubería de perforación en su interior

Fuente: FEEL Consulting, 2019

En un evento de control de pozo, se acciona de forma hidráulica y desde un mando remoto alguno de los arietes presentes dentro la BOP con el objetivo de bloquear o desviar el flujo de fluido proveniente del pozo. Los tipos de arietes existentes se muestran en la Figura 3-55. Y se definen de la siguiente manera:

- **Arietes ciegos o de estrangulamiento:** usados para colapsar la tubería y bloquear el paso de fluidos desde la superficie hacia el pozo y viceversa.
- **Arietes para tubería:** tienen el diámetro de la tubería de perforación que se esté usando y se usan para bloquear el paso de fluidos provenientes del pozo, pero permiten el paso de fluidos por el interior de la tubería hacia el pozo.
- **Arietes de cizalla o corte:** son usados para cortar la tubería al mismo tiempo que se bloquea el paso de fluidos en cualquier dirección. Son usados como último recurso para bloquear completamente el movimiento de fluidos en el pozo.

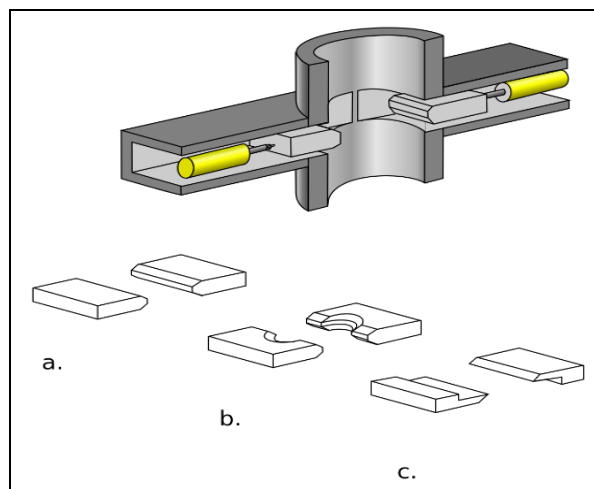


Figura 3-55 Tipos de arietes para BOP
(a. ciegos; b. para tubería; c. cizalla)

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Existe un elemento adicional en el conjunto de preventoras, conocido como *preventor anular* (ver **Figura 3-56**). Este elemento es el primer recurso en caso de un evento de control de pozo y funciona con una pieza de caucho en forma de rosquilla, por dentro de la cual se encuentra la tubería. Al accionar este elemento, las gomas se aprietan contra la tubería lo que bloquea la salida de fluidos del pozo, pero permite el ingreso de fluidos por el interior de la tubería.

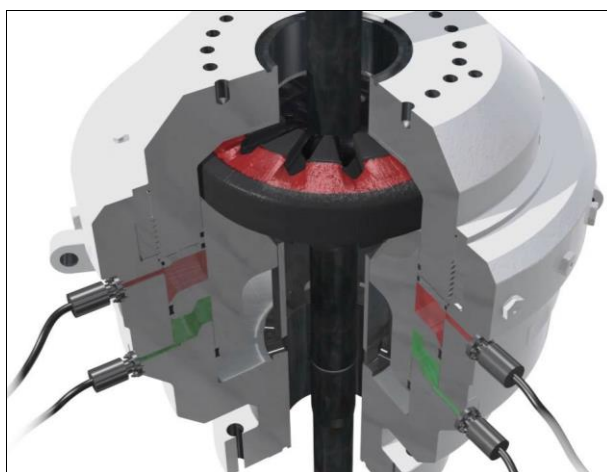


Figura 3-56 Preventor anular

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El diseño de las preventoras es muy similar independientemente de las marcas y los fabricantes, quienes han mantenido semejanzas en la mayoría de los equipos para que sean de fácil operación. De manera comercial, las preventoras se clasifican por el tamaño, es decir el tamaño de tubería que puede pasar por su interior, y por la presión máxima que es capaz de soportar al momento de controlar un reventón. Es decir que una preventora 13 5/8" 10K, es una preventora con un orificio interior de 13 5/8" y tiene una presión nominal de trabajo de 10.000 psi. De forma comercial, se encuentran preventoras desde 2.000 psi hasta 15.000 psi para trabajos en tierra. El conjunto de

preventoras que se empleará para la perforación de pozos en el APE COR-15 será de 10.000 psi que garantice la contención en los escenarios más críticos posibles.

3.2.6 Acumulador y Estrangulador

El conjunto de preventoras debe ser accionado de forma remota mediante un sistema hidráulico que es alimentado desde un equipo conocido como Acumulador. Ver Figura 3-57. Está conformado por un conjunto de botellas que almacenan aceite a alta presión y que, al ser accionado, mueven los diferentes elementos.

Cuando el flujo es interrumpido en la preventora, éste se desvía hacia un conjunto de válvulas y estrangulamientos conocido como estrangulador (choke manifold). Ver **Figura 3-58**. Este múltiple de válvulas y estrangulamientos ayuda a liberar de manera controlada la presión de los fluidos que provienen del pozo para ser posteriormente enviados hacia un separador vertical de 2 fases (*Poor Boy*). Ver **Figura 3-59**.

Todos los elementos del sistema de control de pozo deben tener la misma presión nominal de trabajo. En el caso del APE COR-15, todos los elementos deben ser de 10.000 psi como presión nominal de trabajo.



Figura 3-57 Acumulador hidráulico para BOP
Fuente: FEEL Consulting, 2019

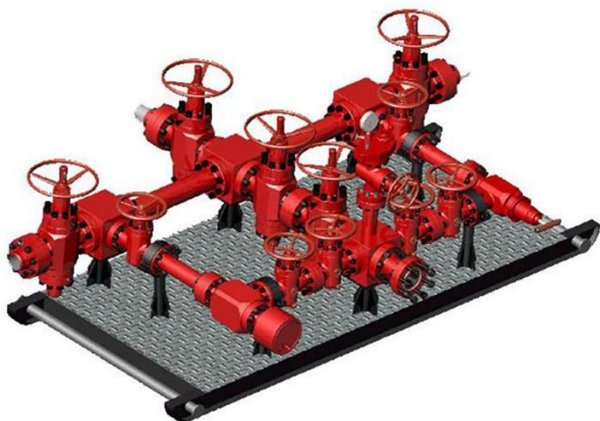


Figura 3-58 Múltiple de estrangulamientos y válvulas (choke manifold)
Fuente: FEEL Consulting, 2019

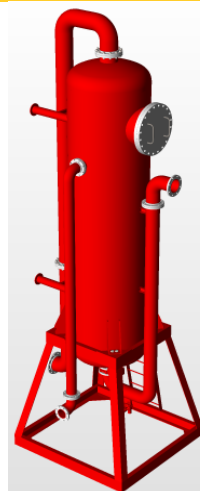


Figura 3-59 Separador vertical de dos fases (poor boy)
Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.2.7 Quemadero

Una vez que el fluido ha pasado por el separador, la parte líquida se regresa al sistema de circulación para retornar al pozo y cerrar el ciclo. En el separador, se ha obtenido el gas que había migrado hacia el pozo y sale por la parte superior del separador por la línea que termina en el quemadero. Este equipo se ubicará sobre la plataforma en la misma área donde posteriormente se instalará una tea permanente. Se localizará lejos de tanques de combustible, productos químicos y zonas de alojamiento.

El quemadero es un equipo portátil que recibe la descarga gaseosa del separador, está dotado con un piloto permanente o con un sistema de encendido electrónico remoto. Este equipo tiene por objetivo que todo el gas que salga del pozo sea conducido de forma segura y finalmente sea quemado para impedir cualquier complicación con la presencia de este combustible en el aire. Se construye dentro de un tanque que permite acumular líquidos, para impedir un derrame al suelo en caso que un exceso de fluido salga del separador y se vaya hacia el quemadero. Este equipo ocupará un área de 0.1 ha y estará ubicado a una distancia mínima de 100 m del pozo, en la dirección en que sopla el viento; en una zona libre para evitar cualquier incendio. La tubería de conducción del fluido estará anclada.

Como se ha descrito anteriormente, este equipo se debe usar solamente en caso de contingencia debido a un control de pozo que se presente durante la perforación. Es posible que en pruebas iniciales durante el completamiento se requiera su uso. Sin embargo, es un equipo de características preventivas y no está diseñado para estar instalado de manera permanente durante las pruebas cortas. Ver **Figura 3-60**.



Figura 3-60 Quemadero para perforación y completamiento

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Todos los equipos serán instalados después de haber perforado la primera sección. Con la preventora en sitio se procederá a hacer la conexión hacia al acumulador y hacia el choke manifold y de allí hacia el separador y posteriormente el quemadero. Con todos estos equipos instalados, y con un monitoreo permanente del pozo durante la perforación, se debe controlar cualquier influjo hacia la superficie y quemar el gas en caso que sea requerido o recuperar el aceite en el caso que

se presente. Los requerimientos de las teas y quemaderos se ajustan a las normas API 521 y API 537.

3.3 Diseño de Pozos Exploratorios

Los pozos exploratorios a ser perforados deben cumplir varios requisitos técnicos que deben ser tenidos en cuenta desde el momento de diseño. Estos requisitos se describen a continuación:

- Alcanzar el objetivo geológico en el subsuelo desde la plataforma en superficie, por lo que la trayectoria no siempre puede ser perfectamente vertical. Usualmente, tendrá que ser un pozo desviado para ajustarse a condiciones en superficie.
- Debe garantizar el aislamiento y la contención de los fluidos que van a circular al interior del pozo de los fluidos y las formaciones que se encuentran por fuera de él y viceversa.
- Debe soportar los esfuerzos mecánicos a los que se enfrentará durante su vida útil.
- Debe tener el tamaño suficiente para el paso de las herramientas y los fluidos que van a circular en su interior.
- Deben construirse garantizando una vida útil mayor a la duración del proyecto.

En esta sección se indica la forma en que se alcanzan estos objetivos durante la perforación de pozos exploratorios.

3.3.1 Diseño mecánico de los pozos

La perforación de pozos de petróleo y gas se realiza por fases mecánicas. En cada una de ellas se perfora una sección del pozo con una broca de tamaño determinado (Ver Figura 3-61) que está unida a la superficie mediante múltiples juntas de tubería de perforación que se hacen rotar desde la superficie. De manera simultánea, el fluido de perforación es bombeado por el interior de la tubería y sale por boquillas instaladas en la broca. Este sistema de rotación y circulación es el que corta la roca y permite la perforación del pozo.



Figura 3-61 Diferentes tipos de brocas de perforación (izq). Mecanismo de perforación con rotación y circulación

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Al alcanzar la profundidad deseada para la fase particular, se instala una tubería de revestimiento que es fijada al pozo mediante cemento que se ubica entre el pozo y la tubería. Una vez finalizada una fase, se inicia la perforación de la siguiente, con una broca de menor diámetro hasta llegar a la nueva profundidad, y el proceso se repite cuantas veces sea necesario hasta alcanzar el objetivo geológico planteado.

Las fases mecánicas usadas convencionalmente se describen en la Tabla 3-31 a continuación:

Tabla 3-31 Fases mecánicas convencionales en la perforación de pozos de petróleo y gas

BROCA (IN)	REVESTIMIENTO (IN)
Hincado	30
26	20
17 ½	13 3/8
12 ¼	9 5/8
8 ½	7
6 1/8	5

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Las profundidades y los diámetros usados para cada una de las fases pueden variar dependiendo de los objetivos geológicos perseguidos y de las condiciones geomecánicas de la zona donde se realizará la perforación. Estas dimensiones de broca/revestimiento pueden variar dependiendo de otros factores y sus condiciones finales serán presentadas en cada plan de manejo específico.

3.3.2 Insumos del Proyecto y Fuentes de Energía

La tubería a usar como revestimiento en los pozos debe estar fabricada en materiales que no se afecten al contacto con los líquidos y gases a los que estarán expuestos en el pozo y además deben soportar los esfuerzos mecánicos a los que estarán sometidos durante la vida útil del mismo. Estas características se especifican en la norma API 5CT, que actualmente cuenta con su 10° edición. Las propiedades específicas de esta tubería se definen específicamente al momento de la ingeniería de detalle del pozo, pero tienen en cuenta:

- Condiciones de tensión y compresión a los que será sometida la tubería
- Condiciones de colapso o estallido a los que puede ser sometida la tubería
- Condiciones químicas a las que puede ser sometida la tubería

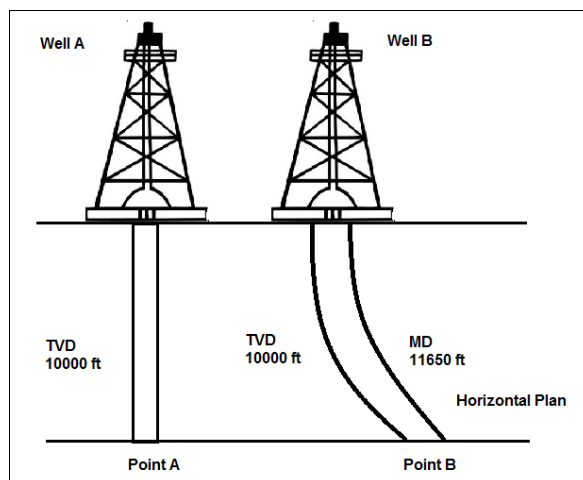


Figura 3-62 Esquema general de distribución de equipos en plataforma de perforación

Fuente: Feel Consulting, 2019

A continuación, en la **Tabla 3-32** se muestra el diseño probable de pozos para el APE COR-15 con sus objetivos principales y los requerimientos de broca.

Tabla 3-32 Diseño mecánico y objetivos de un pozo tipo para el APE COR-15

BROCA (IN)	PROFUNDIDAD (FT)	OBJETIVOS
17 ½	1.000	Sección superficial: -Aislar acuíferos superficiales -Dar soporte a preventoras de reventones -Dar soporte a válvulas de producción -Asegurar integridad mecánica en caso de influjos
12 ¼	5.000	Sección intermedia: -Aislar formaciones intermedias (no son de interés) -Proveer diámetro suficiente para flujo de fluidos durante las etapas de producción. -Contener las presiones del pozo durante la producción. -Mantener contenidos al interior del pozo los fluidos que van a circular e impedir que entren en contacto con el exterior y viceversa.
8 ½	7.000	Sección de producción -Comunicar la zona de interés con la superficie -Aislar la zona contenedora de hidrocarburos de otras formaciones expuestas. -Soportar esfuerzos mecánicos durante la producción. -Alojar herramientas requeridas para la producción del pozo. -Impedir que los fluidos (agua, petróleo y/o gas) que salgan de las formaciones productoras migren hacia otras formaciones. -Proveer diámetro suficiente para flujo de fluidos durante las etapas de producción.

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El diseño del pozo tendría la forma que se muestra en la Figura 3-63, de manera simplificada: El espacio anular que se observa entre una tubería y la siguiente, se ha llenado de cemento de tal forma que el pozo finalizado tiene en su interior múltiples capas intercaladas de acero y cemento.

Como se observa en la imagen, los fluidos extraídos del pozo están aislados por múltiples capas de acero y cemento que impiden contacto de los fluidos al interior con el exterior y viceversa.

Las propiedades mecánicas de una tubería 9 5/8" P110 usada para revestir secciones intermedias, se muestra en la **Tabla 3-33**. Estas propiedades pueden variar dependiendo de los diámetros del tubo y de los requerimientos del pozo, pero se muestran para dar un ejemplo de la resistencia de los materiales que se usan en los pozos.

Tabla 3-33 Propiedades del revestimiento de 9 5/8" que se usaría para perforación de pozos

PROPIEDAD	MAGNITUD
Diámetro externo	9 5/8 in
Grado de acero	P 110
Diámetro interno	8,755 in
Espesor de pared	0,435 in (1.1 cm)
Presión de colapso	4130 psi
Resistencia a tensión	1.193.000 lb
Presión de estallido	7510 psi

Fuente: FEEL Consulting, 2019

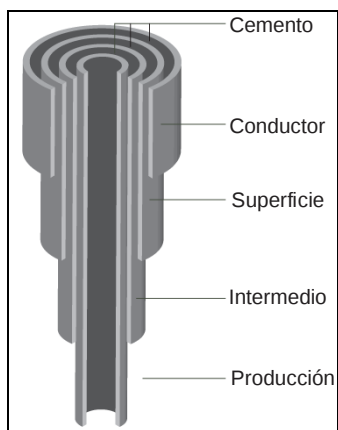


Figura 3-63 Esquema simplificado de estado mecánico final del pozo (izq). Imagen de tubería de revestimiento mostrando el espesor de pared (der)

Fuente: FEEL Consulting, 2019

De la misma manera, la composición del acero con el que se fabrica esta tubería es de alta importancia debido que se debe garantizar que estos materiales tengan una vida útil superior a la duración del proyecto. A continuación, en la **Tabla 3-34** se muestra una tabla con algunas de las composiciones químicas de estos aceros dependiendo del grado de la tubería.

Tabla 3-34 Composición química del acero dependiendo del grado de la tubería de revestimiento

Chemical Composition, mass fraction (%)															
Group	Grade	Type	C		Mn		Mo		Cr		Ni	Cu	P	S	Si
			min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	max.	max.	max.	max.	max.
1	H40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	J55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	K55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	N80	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	N80	Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	R95	—	—	0.45	—	1.90	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	0.45
2	M65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
	L80	1.0	—	0.43	—	1.90	—	—	—	—	0.25	0.35	0.03	0.030	0.45
	L80	9Cr	—	0.15	0.30	0.60	0.90	1.10	8.00	10.00	0.50	0.25	0.02	0.010	1.00
	L80	13Cr	0.15	0.22	0.25	1.00	—	—	12.00	14.00	0.50	0.25	0.02	0.010	1.00
	C90	1.0	—	0.35	—	1.20	0.25	0.85	—	1.50	0.99	—	0.02	0.010	—
	T95	1.0	—	0.35	—	1.20	0.25	0.85	0.40	1.50	0.99	—	0.02	0.010	—
	C110	—	—	0.35	—	1.20	0.25	1.00	0.40	1.50	0.99	—	0.02	0.005	—
3	P110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.030	—
4	Q125	1.0	—	0.35	—	1.35	—	0.85	—	1.50	0.99	—	0.02	0.010	—

a. The carbon content for L80 may be increased up to 0,50 % maximum if the product is oil-quenched.
b. The molybdenum content for Grade C90 Type 1 has no minimum tolerance if the WT is less than 17,78 mm.
c. The carbon content for R95 may be increased up to 0,55 % maximum if the product is oil-quenched.
d. The molybdenum content for T95 Type 1 may be decreased to 0,15 % minimum if the WT is less than 17,78 mm.
e. For EW Grade P110, the phosphorus content shall be 0,020 % maximum and the sulfur content 0,010 % maximum
NL = no limit. Elements shown shall be reported in product analysis.

Fuente: API 5CT

Una vez que la tubería de revestimiento se encuentra en el fondo de la sección que se ha perforado, se bombea cemento por el interior de la tubería y se hace circular por el exterior hasta que cubre todo el espacio anular entre el pozo y la tubería, como se muestra en la **Figura 3-64**. Esto tiene como objetivo que la tubería de alta resistencia quede recubierta en su exterior por cemento con propiedades mecánicas que garanticen larga vida útil al conjunto. El cemento utilizado es de alta calidad y pureza, que garantiza compresibilidades de 3.000 psi promedio a las 12 hr de fragüe. Estas propiedades son muy superiores a las de los cementos usados convencionalmente en construcción.

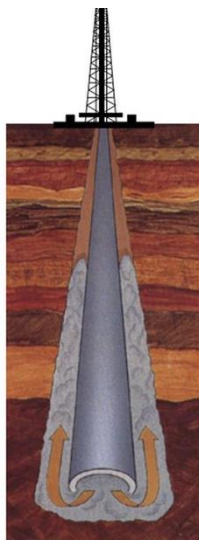


Figura 3-64 Esquema del proceso de cementación de revestimiento

Fuente: www.researchgate.net

Con estos procedimientos y materiales, se busca que la corrosión sea inferior a 1 MPY (milésimas de pulgada por año – por sus siglas en inglés). Teniendo en cuenta que las tuberías de revestimiento tienen entre 0,5 – 1,0 in de espesor, se garantizan tiempos de vida útil muy superiores a los 50 años. Esto sin tener en cuenta que las tuberías están recubiertas en su exterior por cemento que se ubica entre las paredes del pozo y la tubería de revestimiento y que la corrosión exterior es mucho menor. Con este conjunto de medidas (calidad de tubería, calidad de cemento, calidad de operaciones, prevención de la corrosión) se garantiza que los proyectos de perforación que se planean realizar en el APE COR-15 cumplan los más altos estándares internacionales de prevención para contingencias ambientales o de seguridad.

3.3.3 Productos químicos usados durante la perforación

Durante la perforación de pozos exploratorios se usan diferentes clases de productos químicos y con diferentes objetivos. A continuación, se describen los usos y principales características:

- **Productos para maquinaria:** Son los utilizados para el mantenimiento y funcionamiento de maquinaria usada durante la operación del pozo, esto es: aceites y grasas lubricantes, combustibles, refrigerantes, entre otros. Las cantidades de estos productos usados, dependen del tamaño del equipo de perforación que se use y de los días que duren las operaciones de perforación. El consumo de combustible diesel, puede variar dependiendo del tamaño del equipo y de las operaciones diarias entre 400 y 2000 gal por día. Igualmente, el consumo de aceite lubricante, usado en motores generadores, varía dependiendo de las horas de uso y la carga del equipo entre 5 y 20 gal por día.
- **Productos para el fluido de perforación:** Son los utilizados para la preparación del fluido con el que se perfora el pozo, tienen diferentes funciones que serán explicadas más adelante. Debido a que el fluido que se va a utilizar para esta sección es base agua, el principal producto a utilizar será el agua. Otros productos que serán mezclados con el agua están constituidos principalmente por: arcillas, polímeros naturales modificados, lubricantes minerales, cal y soda cáustica. Las cantidades a usar de estos productos dependen del tamaño de cada una de las fases mecánicas del pozo y de su respectiva profundidad. También depende en cierta medida, del tamaño de los

tanques de lodo que tenga el taladro de perforación en superficie. La densidad esperada para el fluido de perforación está entre 8.7 – 15 lpg.

- Productos para tratamiento de desechos de perforación: Estos productos se usan para tratar las aguas usadas durante la perforación previo a su disposición final y los recortes de perforación resultantes de las mismas operaciones. Incluyen cal, coagulantes (sulfatos, cloruros) y floculantes.
- Productos de uso doméstico: Estos productos se usan para el funcionamiento del campamento donde se aloja el personal e incluye todos los productos para cocina, lavandería y para potabilización del agua (cloro).

Para la perforación de estos pozos, se estima un volumen de lodo aproximado de 4000 – 5000 bbl (636-795 m³). Aproximadamente el 95% de este volumen será agua y el restante serán los productos químicos agregados al fluido de perforación. Es importante tener en cuenta que el mayor porcentaje de este fluido es agua y que los productos que se agregan no son contaminantes o clasificados como peligrosos, sino que son productos naturales que han sido refinados para obtener alguna función particular.

➤ Productos para el fluido de perforación

A continuación, en la **Tabla 3-35** se muestra un detalle de los productos usados en la preparación de fluidos de perforación para pozos exploratorios, junto con la cantidad estimada para pozos tipo y la función que cumplen dentro de la preparación del fluido.

Tabla 3-35 Cantidades y características de los productos químicos usados para la preparación del fluido de perforación en pozos tipo para el APE COR-15

PRODUCTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN Y FUNCIÓN
Arcilla Bentonítica	8 ton	-Arcilla purificada (no contaminante) -Generar un fluido viscoso que acarree los recortes de perforación desde el fondo del pozo hasta la superficie -Generar una capa filtrante en las paredes del pozo para impedir la migración de fluido hacia el exterior del pozo.
Carbonato de Calcio	50 ton	-Material inerte y no contaminante (roca triturada) que pueda ser removido posteriormente. -Incrementar densidad al fluido de perforación para contener las presiones del yacimiento. -Sólidos de diferentes tamaños usados para obturar las formaciones porosas que se atraviesan.
Goma Xántica	1.5 ton	-Polímero natural procedente de bacterias (se degrada con el tiempo) -Generar un fluido viscoso que acarree los recortes de perforación desde el fondo del pozo hasta la superficie
Soda Cáustica	0.5 ton	-Hidróxido de sodio -Incrementar el pH del fluido para mejorar el desempeño de los productos e impedir la degradación bacteriana de los polímeros.
Cal Hidratada	1 ton	-Hidróxido de calcio -Incrementar el pH del fluido para mejorar el desempeño de los productos e impedir la degradación bacteriana de los polímeros. -Contrarrestar la contaminación de dióxido de carbono.
Polímero celulósico	4 ton	-Polímero refinado de celulosa degradable con el tiempo. -Generar una membrana filtrante en las paredes del pozo para impedir la migración de fluido hacia el exterior del pozo.
Polímero de amina	5 ton	-Polímero modificado con presencia de amina. -Inhibidor para impedir el hinchamiento y la hidratación de las arcillas y mantener la estabilidad del pozo.
Glicol	6 ton	-Poliol (alcohol múltiple) con solubilidad dependiente de la temperatura y de propiedades semejantes a los alcoholes.

PRODUCTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN Y FUNCIÓN
		-Producto usado para recubrir las arcillas e impedir la dispersión de las arcillas en el sistema.

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Funciones del fluido de perforación:

- Acarrear recortes de perforación desde la broca hasta la superficie.
- Suspenden los recortes de perforación cuando no hay circulación de lodo en el pozo.
- Mantener bajo control los fluidos que están presurizados dentro de las formaciones perforadas.
- Mantener la estabilidad del pozo (impedir derrumbes).
- Obturar formaciones permeables para impedir migraciones de líquidos/sólidos a su interior.
- Minimizar daño al yacimiento que afecte el flujo de fluidos de interés.
- Enfriar, lubricar y flotar la sarta de perforación.
- Transmitir energía hidráulica a la broca y al ensamblaje de perforación.
- Transmitir información de la formación y de la perforación a la superficie.
- Proporcionar un medio adecuado para la toma de registros eléctricos.
- Controlar o inhibir la corrosión de las tuberías en el pozo.
- Facilitar la cementación del pozo.
- Minimizar el impacto ambiental en el momento de la disposición.

Durante la perforación, una de las funciones principales del fluido de perforación es formar una capa aislante o filtrante sobre la cara expuesta de la formación. Esta capa, llamada revoque, se forma con los sólidos y polímeros suspendidos del lodo y se deposita sobre las paredes del pozo como se muestra en la **Figura 3-65**. Esto impide que los fluidos al interior del pozo contaminen los fluidos contenidos en la roca por fuera de él.



Figura 3-65 Formación de revoque durante perforación. Partículas de lodo forman una capa sobre los poros de la roca

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Para mejorar el desempeño del fluido de perforación en alguno de estos objetivos, se puede hacer uso de otros productos, que variarán dependiendo de las condiciones geológicas, petrofísicas y geomecánicas de la zona a perforar. Estos productos se definirán con más detalle al momento de realizar la ingeniería específica para el pozo e incluyen: lignitos, lignosulfonatos, gilsonitas, grafitos, cascarilla de nuez y de arroz, entre otros.

• **Productos para cementación**

En las labores de cementación del revestimiento de producción se utilizará cemento Clase G y aditivos para preparar la lechada, tales como acelerantes o retardantes, según el caso. A continuación, se presenta el listado de los productos que se pueden usar para la preparación de lechadas de cementación:

- Cemento clase G
- Retardador de fragüe: aumentar tiempo de bombeabilidad
- Bentonita: extender y mejorar la lechada
- Antiespumante
- Controlador de filtrado
- Dispersante
- Controlador de gas
- Controlador de pérdidas

3.3.4 Consumo de agua

El consumo de agua para usos industriales y domésticos dentro del estimado para el APE COR-15 se detalla en la Tabla 3-36, a continuación. Estos consumos están basados en una duración de 30 días para las actividades de perforación.

Tabla 3-36 Estimado de consumos de agua para actividades de perforación del APE COR-15

Uso del Agua	Cantidad	Almacenamiento
Industrial (fluido de perf.)	5000 bbl (795 m ³)	Tanques del taladro
Industrial (usos varios)	2000 bbl (318 m ³)	Tanques adicionales (frac tanks)
Doméstico	3600 bbl (572 m ³) 120 bbl/día adicional (19 m ³)	Tanques exclusivos para agua potable

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.4 Pruebas Cortas de Producción

Una vez que el pozo ha sido perforado hasta la profundidad deseada, se procede a realizar el completamiento y las sucesivas pruebas de producción. Durante esta fase se pretende evaluar la cantidad y calidad de fluidos que el pozo es capaz de aportar y si la presión de la formación es suficiente para llevar los fluidos hasta la superficie o si será necesaria la asistencia de algún sistema de bombeo desde el fondo del pozo a la superficie. Los trabajos para esta sección pueden incluir el revestimiento del intervalo productor con tubería lisa o ranurada, la toma de registros eléctricos, la realización de empaques con grava o el cañoneo del revestimiento y, finalmente, la instalación de la tubería de producción.

3.4.1 Registros

Se requiere de varios pasos para el desarrollo de esta fase inicial de pruebas. La primera de ellas tiene que ver con la evaluación de las formaciones capaces de contener y producir hidrocarburos. Para ello se deben correr en el pozo una serie de mediciones denominadas registros eléctricos.

Estos registros pueden tomarse antes de la instalación del revestimiento y su posterior cementación. En esta fase se denominan registros en “hueco abierto” y se puede registrar durante la perforación o después de la perforación. La cantidad y calidad de información, al igual que el costo del procedimiento y los riesgos asociados varían de un modo al otro y hará parte del diseño detallado de cada pozo el evaluar el tipo de registro que se desea correr.

Los registros que se pueden tomar en el pozo se clasifican de la siguiente manera:

➤ **Registros eléctricos**

- Resistividad: se mide la resistencia al paso de una corriente eléctrica. Se basa en el principio que las formaciones que contienen agua no presentan alta resistencia al paso de la corriente mientras que las formaciones que contienen otros fluidos son más resistivas.
- Imágenes: se busca tomar imágenes del pozo por mecanismos ópticos, acústicos, eléctricos o una combinación de los anteriores.
- Porosidad: por medio de tecnología acústica o nuclear, se pretende determinar el volumen vacío dentro de una roca porosa.
- Densidad: se mide la densidad de la formación mediante un bombardeo con una fuente radioactiva y la posterior medición de la respuesta de la roca.
- Porosidad Neutron: se bombardea la roca con neutrones generados desde la herramienta y se mide la respuesta de la formación. Es particularmente sensible a la presencia de hidrógeno (del agua).
- Sónico: genera un registro medido en tiempos de respuesta entre un transmisor piezoeléctrico y un sensor a una distancia conocida. El tiempo de respuesta varía de acuerdo con la densidad de la roca.

➤ **Registros litológicos**

- Rayos gamma: se mide la radioactividad natural de las formaciones, es útil para distinguir entre arenas y lutitas. Siendo las últimas radioactivas de forma natural debido al presencia de isótopos.
- Potencial espontáneo (SP): mide la diferencia entre el potencial espontáneo de la formación y la superficie, específicamente el potencial electroquímico con respecto a un electrodo de referencia.

➤ **Otros registros**

- Calibre (caliper): una herramienta que mide el diámetro del pozo usando 2 brazos o más para determinar zonas donde haya cavernas o derrumbes en el pozo y zonas donde el hueco se encuentre más estrecho.
- Resonancia Magnética Nuclear (RMN): lee la respuesta a la RMN para determina la porosidad y permeabilidad de forma continua a lo largo del pozo.
- Registro de Ruido Espectral (SNL): es una medición acústica de ruido para determinar intervalos de inyección y de producción.
- Adherencia de Cemento (CBL): usando tecnologías acústicas, se determina la calidad del cemento y su adherencia tanto a la tubería como a la formación. Esto permite garantizar buena calidad de cemento y un aislamiento adecuado.
- Collares de revestimiento (CCL): detecta las anomalías magnéticas que se presentan en las juntas del revestimiento debido a la mayor cantidad de masa presente en las uniones de los tubos (collares). Esto permite localizar puntos de interés con respecto a la tubería instalada.

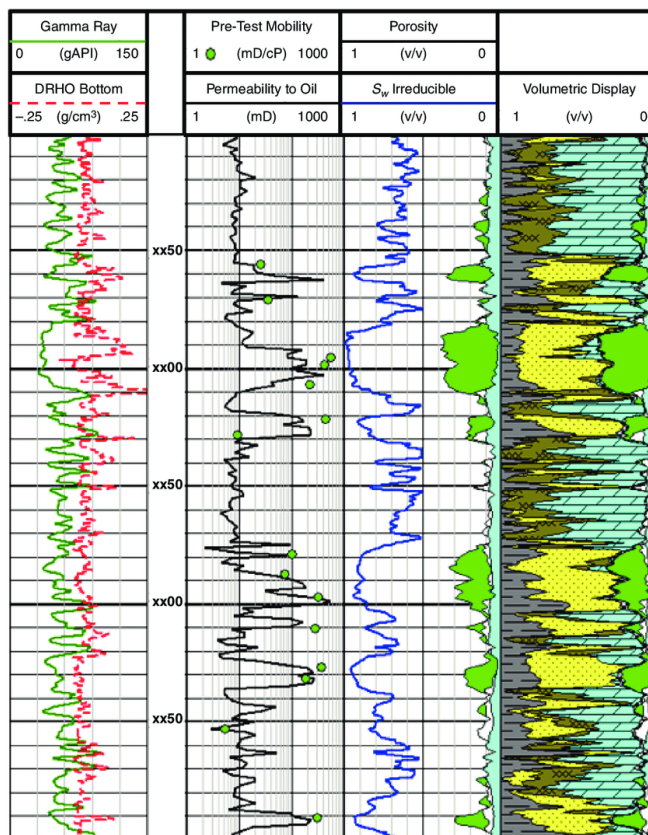


Figura 3-66 Ejemplo de registros eléctricos

Fuente: www.weatherford.com

Como se mencionó, algunos registros eléctricos usan fuentes radioactivas para su evaluación. Estas fuentes solamente estarán presentes en la locación de perforación del APE COR-15 durante el período de toma de registros (1-2 días) y serán manipulados únicamente por el personal especializado de la compañía encargada de esta operación. También es relevante la baja cantidad de material radioactivo transportado, que corresponde solamente al mínimo requerido para las operaciones.

Todas las medidas de precaución son tenidas en cuenta para el transporte y la manipulación de estos materiales, con el objetivo de eliminar la exposición innecesaria del personal a estos materiales. Los procedimientos de transporte de este tipo de materiales se rigen por la NTC 3970, y todos los demás procedimientos de manejo y disposición de realizan de acuerdo con la Resolución 180273 de 2012 del Ministerio de Minas y Energía.

3.4.2 Limpieza del Pozo

La limpieza del pozo, también conocido como *wellbore cleanout* (WBCO), consiste en correr por el interior del revestimiento un conjunto de cepillos y magnetos para eliminar cualquier impureza del interior. Posterior a esta limpieza se procede a sacar el fluido de perforación y reemplazarlo con salmuera.

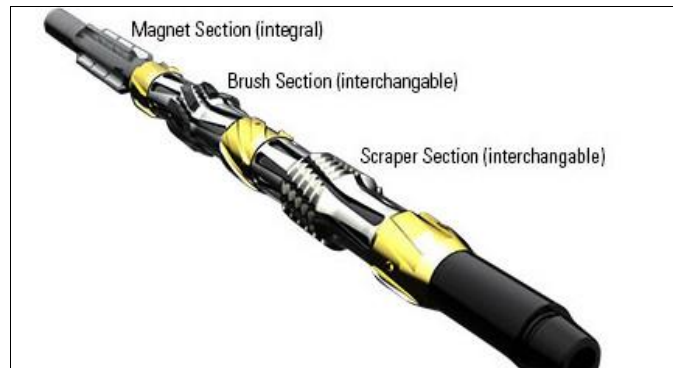


Figura 3-67 Ejemplo de herramienta para limpieza de pozo
Fuente: FEEL Consulting, 2019

La salmuera es un fluido libre de sólidos suspendidos que tiene densidad necesaria para contener los fluidos del pozo, pero que no presenta el riesgo de dañar la formación mediante el taponamiento de los poros. Puede estar compuesta hasta un 30% v/v de sal, aproximadamente, para alcanzar las densidades deseadas. Generalmente, se usa cualquier configuración o combinación de cloruros, bromuros o formiatos, siempre y cuando cumpla la condición de no tener sólidos suspendidos ni formar precipitados. A esta salmuera también se le agregan surfactantes e inhibidores de corrosión para lavar y proteger las tuberías.

3.4.3 Cañoneo

Con la información detallada de los registros eléctricos, ya sea de hueco abierto o de un pozo revestido, se puede proceder a completar el pozo.

Una vez que se conoce específicamente la zona que puede contener almacenados los hidrocarburos, se procede a cañonear el pozo. Este procedimiento consiste en ubicar unos proyectiles dentro del pozo, justo en frente de la zona de interés y detonarlos con el propósito que penetren el revestimiento, el cemento y lleguen lo más profundo a la formación de interés. Esto con el objetivo de abrir un canal de comunicación desde la formación productora hacia el pozo. De no hacer estos perforados, no habría forma de extraer el petróleo/gas. Los perforados tienen una profundidad máxima de alrededor de 30 in desde la cara del pozo, lo que significa que sólo se expone el radio más cercano del pozo perforado y no constituye una técnica de fracturamiento mecánico ni hidráulico.

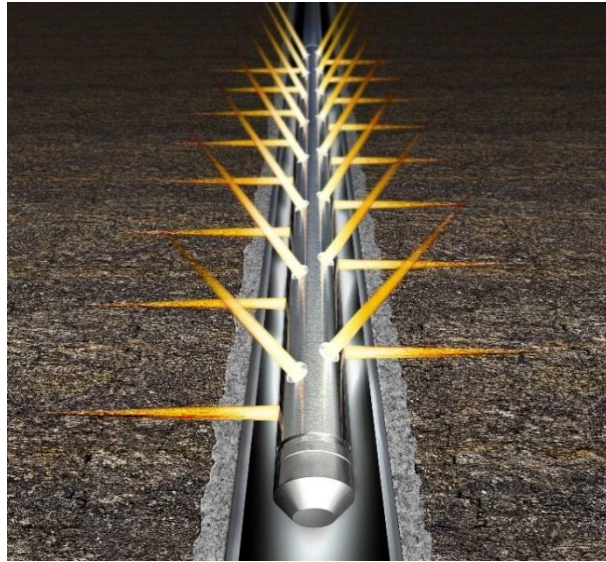


Figura 3-68 Esquema de cañoneo de revestimiento para producción

Fuente: www.halliburton.com

3.4.4 Pruebas cortas de producción y equipos

Con la formación productora comunicada hacia el pozo se baja la tubería de producción que varía desde 2 7/8" hasta 5" de diámetro y tiene propiedades mecánicas específicas dependiendo de los requerimientos de cada pozo y los fluidos que se esperan obtener.

Junto con la tubería se instala un empaque que será capaz de aislar mecánica e hidráulicamente el interior de la tubería de producción y el anular entre el revestimiento de producción y la tubería de producción

Con la zona ya cañoneada y comunicada la formación productora hacia el pozo, se instala el árbol de Navidad y se inicia la prueba de producción. El árbol de Navidad o cabezal de pozo es la forma como se conoce al conjunto de válvulas, estrangulamientos y manómetros que tiene el pozo en superficie para controlar el flujo hacia superficie. Ver **Figura 3-69**.

Las válvulas de estrangulamiento o *choke* son un equipo de control de presión que permiten restringir el flujo de fluidos provenientes del pozo y por ende controlar la presión con que va a producir el pozo, el cual se puede abrir a producción bien sea en modo "completamente abierto" (*full open*) o cerrarlo en fracciones de pulgada 64/64 para poder conducir el flujo hacia el separador a una presión adecuada de acuerdo al diseño.

Adicionalmente, se instala una válvula de cierre de emergencia. Es el primer equipo después de la cabeza del pozo, cuya función es cerrar el pozo automáticamente con una señal hidráulica en el momento que alguno de los equipos que conforman las facilidades de producción no esté funcionando correctamente, evitando de este modo problemas serios de accidentes y derrames.



Figura 3-69 Cabezal de pozo
Fuente: FEEL Consulting, 2019

Durante este periodo de pruebas, se circulan fluidos de la formación hacia un separador. Este separador puede ser de dos fases (líquido/gas) o trifásico (gas/agua/petróleo). Es un recipiente cilíndrico normalmente horizontal, donde la velocidad de la corriente reduce su velocidad para lograr separar las diferentes fases. En la tubería de producción, las 3 fases van mezcladas por la turbulencia del flujo y por los cambios de condiciones de presión y temperatura en el tránsito desde el yacimiento hasta la superficie. Debido al cambio de régimen de flujo que se presenta en el separador, a la miscibilidad y a la diferencia de densidades de las sustancias, la fase acuosa va al fondo del tanque, el crudo se ubica en una capa intermedia y el gas en la parte superior.

Se instala un baffle dentro del separador para separar las dos fases líquidas por tuberías distintas, y por la parte superior se retira la corriente gaseosa. Cuando el porcentaje de agua en la corriente es bajo, se instala una bota, que es un cilindro de menor diámetro en la parte inferior del separador, donde se acumula el agua para que los cambios de nivel sean más visibles. En la salida de la corriente gaseosa puede colocarse una malla de alambre (llamada demister o eliminador de niebla) para eliminar las gotas que puedan ser arrastradas por la corriente gaseosa.

Para el caso del APE COR-15 se planea usar un separador trifásico que genere tres corrientes por líneas distintas: agua, aceite y gas. Ver Figura 3-70. Cuando la formación también aporta sólidos o arena, ésta también es eliminada junto con el agua.

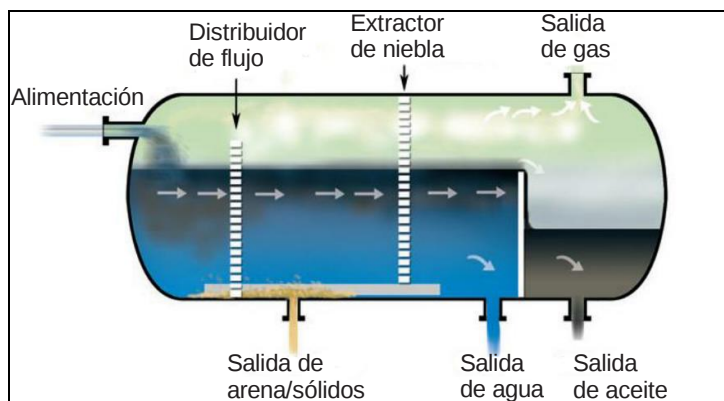


Figura 3-70 Esquema de separador trifásico

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El separador para las pruebas individuales de producción debe garantizar un tiempo de retención suficiente para la separación del gas y del agua. Este tiempo de retención se mide en minutos y varía dependiendo de las condiciones del fluido producido. Para las condiciones esperadas en el APE COR-15 se estima unas dimensiones de separador como se muestran a continuación en la **Tabla 3-37**:

Tabla 3-37 Dimensiones aproximadas para separador trifásico

DIMENSIÓN	MAGNITUD
Diámetro	18 in
Largo	9 ft
Tiempo de retención	4 min

Fuente: FEEL Consulting, 2019

A medida que se conozca con más detalle el caudal de fluido esperado, y los tipos de fluidos, se puede buscar un tamaño más adecuado de separador.

Del separador, se lleva los fluidos a tanques de almacenamiento. Estos tanques deben tener capacidad aproximada para tres días de producción. En el caso del gas, normalmente se quema en esta etapa ya que no hay facilidades para almacenarlo bajo presión. Se estima que los tanques de crudo deben tener una capacidad de 1000 bbl. Debido a que en esta etapa no se van a construir tanques permanentes hasta tener un estimado de la producción, se realiza la instalación de tanques portátiles que permiten ajustar la capacidad de almacenamiento. Ver **Figura 3-71**.

Estos tanques vienen montados sobre un chasis que facilita su transporte y ubicación en la plataforma. Tienen una capacidad promedio de 300 bbl y se pueden instalar en línea para recibir el flujo proveniente del separador. Deben instalarse sobre una geomembrana rodeada por un dique de saco-suelo para contener cualquier posible derrame y tener habilitadas las válvulas de alivio de gas en caso de incrementos de presión por cambios de temperatura.

A estos tanques se conducen los hidrocarburos líquidos provenientes del separador y en los cuales se van a fiscalizar y almacenar estos líquidos hasta su salida de la locación. Estos tanques están interconectados por medio de múltiples de tubería delantero y trasero que mediante bombas, podrán trasegar los líquidos de un tanque a otro y hasta moverlos al cargadero.

Para las condiciones del APE COR-15 se estima que se deben tener cinco (5) tanques disponibles para las pruebas iniciales de producción (4 para aceite y 1 para agua). Los tanques ocuparán un área aproximada de 0.1 ha.



Figura 3-71 Modelo de tanques portátiles para producción

Fuente: FEEL Consulting, 2019

En esta etapa se debe habilitar una estructura temporal como cargadero: está constituido por un conjunto de líneas y bombas que permite, a requerimiento de la operación y por estar conectado al múltiple de los tanques de almacenamiento, llevar los fluidos ya fiscalizados a vehículos que los conducirán a su destino final.

Adicional a la evaluación de la producción del pozo, también se realizan unas pruebas de presión (PBU – pressure build up), en donde se cierra el pozo y se registra la forma como se comporta la presión de los fluidos en fondo. Estos datos permiten estimar la cantidad de fluidos disponible y la facilidad con la que estos fluidos pueden circular de la formación hacia el pozo.

Dependiendo de las pruebas cortas de producción se determina la necesidad de instalar líneas al interior de la plataforma. Estas líneas tienen como propósito conducir los fluidos provenientes del pozo hacia un múltiple que conectará hacia una línea de salida con destino a una zona de facilidades o hacia una de las dos áreas de facilidades de producción al interior de alguna locación (Ver **Figura 3-72**). Estas líneas regularmente son de 4 in y se encuentran enterradas a 30 cm de profundidad dentro de la locación. En proyectos de desarrollo, no exploratorios, como el de APE COR-15, las plataformas se construyen con el tendido de tubería de producción enterrado e instalado previo a la perforación del pozo.



Figura 3-72 Múltiple de producción

Fuente: FEEL Consulting, 2019

También se determina si el fluido requerirá algún tipo de aditivo químico tal como rompedor de emulsión, inhibidor de corrosión, disolvente, entre otros. Debido a las bajas cantidades de agua y a la gravedad API del APE COR-15, no se espera tener que agregar algún rompedor de emulsión al fluido producido.

Este periodo de pruebas puede durar desde un par de días hasta varios meses (usualmente menos de seis meses).

3.4.5 Volúmenes aproximados de desechos

Debido al desarrollo de la perforación se originan diferentes tipos de residuos para ser desechados. Los tipos de residuos generados se describen en la lista a continuación junto con sus principales características:

- Fluido de perforación: este fluido está conformado principalmente (>90%) por agua. El porcentaje restante son los sólidos agregados al fluido para las diferentes funciones descritas anteriormente.
- Recortes de perforación: constituidos de los recortes de roca que resultaron del proceso de perforación del pozo. Estos recortes vienen impregnados del lodo de perforación y por lo tanto tienen un alto porcentaje de humedad. Incluye excesos de lechadas de cementación.
- Aguas residuales industriales: aguas resultantes de los procesos industriales al interior del pozo. Incluyen las aguas industriales que han sido sometidas a algún tratamiento para eliminación de contaminantes, disminución de conductividad y ajuste de pH.
- Aguas residuales domésticas: aguas resultantes de las actividades domésticas, que a su vez se dividen en aguas negras y aguas grises. Las primeras son producto de las actividades sanitarias y las segundas de lavandería y cocina.
- Residuos industriales: empaques de cartón, papel, metal y plástico. También se incluyen residuos de aceites quemados en motores.
- Residuos domésticos: desechos de cocina y de actividades sanitarias. También se incluyen desechos de oficina y empaques de productos domésticos.

A continuación, en la **Tabla 3-38** se presentan las cantidades de desechos que serán generados en los pozos tipo del APE COR-15. Específicamente se cuantifican los desechos industriales generados durante esta fase del proyecto.

Tabla 3-38 Cantidades de productos de desecho durante la etapa de perforación

TIPO DE DESECHO	CANTIDAD
Fluido de Perforación	4000 – 5000 bbl (636 – 795 m3)
Salmuera	400 bbl (64 m3)
Recortes de Perforación	5000 bbl (795 m3)
ARI	6000 bbl (954 m3)
ARD	2400 bbl (382 m3)
Residuos Industriales (empaques y otros)	20 – 25 ton
Residuos domésticos (orgánicos y ordinarios)	7 – 8 ton

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.4.6 Disposición de Cortes de Perforación

Los cortes de perforación pueden disponerse de diferentes formas. Los requerimientos para los principales métodos manejados se describen a continuación en la **Tabla 3-39**.

Tabla 3-39 Opciones de disposición de cortes para pozos tipo en el APE COR-15

MÉTODO	REQUERIMIENTOS
Zona de Cortes	-Suelo nativo para mezclar los recortes en proporción 2:1. --Cal viva para reducir humedad (45 ton) -Transporte desde el pozo hasta ZODME -Maquinaria (retroexcavadora) y personal para mezcla y estabilización de cortes -Área requerida de una 0.2 ha
ZODME	-Suelo nativo para mezclar los recortes en proporción 2:1. -10.000 bbl de suelo nativo + 5.000 bbl de cortes: 15.000 bbl total -Cal viva para reducir humedad (45 ton) -Transporte desde el pozo hasta ZODME -Maquinaria (retroexcavadora) y personal para mezcla y estabilización de cortes -Área requerida de una (1) ha
Entrega a tercero	-Empresa certificada -Transporte desde el pozo hasta planta externa -Seguimiento a certificación y disposición final
Otras alternativas	-Sistemas secadores de cortes tipo incinerador u horno rotativo -Sistemas de secado parcial de cortes por medios mecánicos y/o térmicos -Transporte de cortes hasta punto de tratamiento -Maquinaria (retroexcavadora) y personal para mezcla y estabilización de cortes

Fuente: FEEL Consulting, 2019

En caso de tener residuos aceitosos, obtenidos durante las actividades de perforación y/o pruebas de producción, éstos serán entregados a un tercero certificado para realizar la incineración correspondiente. En este caso, se tendrá que hacer el seguimiento hasta certificar que los residuos fueron dispuestos apropiadamente. Los volúmenes de recortes contaminados de aceite, en condiciones normales, serán muy pocos (menos de 100 bbl para la etapa de perforación).

Es de resaltar que los cortes de perforación a disponer están compuestos por roca triturada del subsuelo, mezclada con fluido de perforación. No contienen ninguna adición de metales pesados, ni de materiales corrosivos (ácidos) ni cáusticos (básicos), no contienen altas salinidades ni

presencia de salmueras. Tampoco tienen contenido de petróleo, aceites o lubricantes. Tampoco contienen pesticidas, herbicidas, fungicidas, plaguicidas, etc. Están conformados en 70% promedio por agua y el resto son los sólidos suspendidos del fluido de perforación y la roca triturada proveniente del pozo.

3.4.7 Disposición de fluidos de perforación

El proceso de disposición de los fluidos usados durante el pozo se realizará de la siguiente manera:

Proceso de dewatering en sitio: el fluido de perforación, junto con las aguas residuales domésticas son tratadas con coagulantes y floculantes hasta lograr parámetros de disposición definidos en el 1594 de 1984 y decreto 1076 de 2015. En la **Tabla 3-40** a continuación, se muestran los productos principales y los consumos promedio que se pueden tener en un pozo tipo del APE COR-15. Estos productos funcionan como floculantes y coagulantes que aglutinan los sólidos suspendidos en el lodo y favorecen su posterior remoción a través de decantación o por su paso a través de centrifugas decantadoras.

Tabla 3-40 Principales productos y cantidades usadas para el tratamiento de aguas en pozo

PRODUCTO	CANTIDAD
Sulfato de aluminio o de hierro	0,5 ton
Policloruro de aluminio	3 ton

Fuente: FEEL Consulting, 2019

También se usa hipoclorito de sodio y diferente polímeros aniónicos, catiónicos o no iónicos.

Una vez se han alcanzado los parámetros para disposición o vertimiento en tierra, como están definidos en la normatividad vigente, se puede proceder de alguna de las siguientes formas de disposición:

- Riego en vías: por medio de carrotanques adaptados con una flauta en la descarga, se humedecen las vías para impedir el levantamiento de material particulado y la afectación a zonas con viviendas. Ver **Figura 3-73**. El riego se realizará en épocas de verano.



Figura 3-73 Carrotanque modificado con flauta de descarga para realizar riego en vías

Fuente: FEEL Consulting, 2019

- Riego en campo: en un área definida para tal fin (zonas de disposición de aguas residuales - ZODAR), se instalan aspersores con el sistema correspondiente de bombeo para realizar la

irrigación del agua. Ver la **Figura 3-74**. De acuerdo con la normatividad, este riego no se realizará sobre cultivos que estén destinados a consumo humano. Se debe tener en cuenta el régimen de lluvias en la zona y la capacidad de absorción del suelo donde se planea hacer el riego.



Figura 3-74 Campo de aspersión para disposición de agua
Fuente: FEEL Consulting, 2019

- **Evaporación natural:** una vez que el agua ha sido tratada, se almacena en piscinas modificadas con la instalación de aspersores, atomizadores o nebulizadores que se activan para evaporar el agua valiéndose de la temperatura del aire, de las corrientes de aire y de la humedad relativa del mismo. Estos aspersores pueden estar ubicados sobre las mismas piscinas o sobre campos de aspersión, para que el agua que no fue evaporada caiga nuevamente sobre la piscina o sea irrigada sobre el suelo.
- **Evaporación forzada:** con el agua en condiciones después de tratamiento, se almacena en una de las piscinas o en tanques y se evapora el agua con el uso de combustible, puede ser tipo diésel o el mismo gas producido en el APE COR-15. Esto para ayudar a la eficiencia y celeridad del proceso. Para esto se debe disponer de un área para el horno o evaporador que permita evacuación de gases de combustión y el vapor de agua.



Figura 3-75 Piscina de aspersión en taladro de perforación
Fuente: FEEL Consulting, 2019

- **Ósmosis inversa (OI):** debido a los requerimientos de la normatividad para reutilización del agua, se contempla la posibilidad del uso de la ósmosis inversa como un método para eliminar impurezas del agua. Es un método que usa una membrana semipermeable para eliminar iones,

moléculas y otras partículas que no pueden ser removidas por sistemas convencionales de tratamiento y filtración. En la **Figura 3-76** se observan los componentes básicos de una unidad de OI: tablero de control, filtros de entrada, bomba de suministro y membranas para OI. Como resultado de la OI, el agua sale en muy buenas condiciones para ser reutilizada en procesos industriales (la normatividad no permite su uso en actividades domésticas). Como resultado de este proceso, se obtiene un porcentaje de agua rechazada que es aproximadamente un 10% del volumen tratado y que contiene todos los contaminantes que le fueron quitados al 90% restante. Esta agua de rechazo debe ser entregada a un tercero para disposición final.



Figura 3-76 Componentes básicos de un sistema de ósmosis inversa

Fuente: FEEL Consulting, 2019

- Entrega a terceros: Se contempla también la entrega de aguas de formación a terceros debidamente autorizados o que tengan licencia ambiental la disposición de estas aguas.

3.5 Abandono Y Restauración Final

El Plan de Abandono y Restauración Final de las áreas intervenidas por el proyecto a desarrollar en el APE COR-15, se plantea de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas cortas y extensas de producción a realizar en cada pozo.

De acuerdo con lo anterior, el plan de abandono y restauración final de las áreas intervenidas por el proyecto se puede dar en dos (2) momentos de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas cortas de producción, el primero es una vez finalizadas las mencionadas pruebas y el segundo al finalizar las pruebas extensas de producción en caso de realizarse.

3.5.1 Finalizadas las pruebas cortas de producción

Con la finalización de las pruebas cortas de producción se pueden tener dos (2) escenarios, el primero corresponde a que las pruebas cortas resulten negativas o que éstas sean positivas.

➤ Resultados positivos de las pruebas cortas de producción

Bajo este escenario el pozo pasa a desarrollar las pruebas extensas de producción, esto implica que el área que fue objeto de intervención debe ser adecuada para realizar tales actividades. Es decir, como se anunció al principio de este capítulo requerirá la ampliación de la plataforma en una (1) ha para la instalación de los equipos requeridos.

➤ Resultados negativos de las pruebas cortas de producción

En el caso que las pruebas cortas sean negativas y que se opte por desistir del pozo como exploratorio se procederá definitivamente con los siguientes procedimientos:

- Sellamiento del pozo por medio de tapones. Ver en la **Figura 3-67**, un ejemplo de la forma como se instalan estos tapones. Se deben ubicar por lo menos tres (3) tapones de abandono, uno en la zona inferior, otra en la parte intermedia y otro superficial. Estos tapones de más de 30 m de longitud cada uno, garantizan el aislamiento permanente de las zonas del subsuelo expuestas y eliminan la posibilidad de migración de fluidos en cualquier sentido.
- Colocación de la placa de abandono la cual debe contar con las coordenadas del pozo, elevación, compañía operadora, fecha de iniciación y finalización de la perforación y profundidad perforada.
- Retiro de todos los equipos de perforación, campamentos y demás infraestructura asociada.
- Retiro de todas las estructuras y áreas cementadas.
- Recolección de todos los residuos sólidos con el fin de obtener una limpieza del área.
- Reconformación del terreno mediante la utilización de material de descapote, que haya sido dispuesto temporalmente en la localización destinada para este fin.
- Entrega final a los propietarios y usuarios de los predios de acuerdo con los requerimientos establecidos en las actas de inicio y negociación de servidumbres

Los procedimientos de abandono de un pozo se hacen conforme a lo requerido en la Resolución 181495 de 2009 que fue modificada posteriormente por la Resolución 40048 de 2015. Específicamente para los tapones de abandono se debe garantizar una longitud mínima de 300 ft (91 m) para cada uno. Debe ubicarse un primer tapón por encima de la zona permeable, otro entre la zona permeable y el revestimiento anterior y un tercer tapón superficial que garantice aislamiento completo del pozo abandonado. Ver **Figura 3-67**.

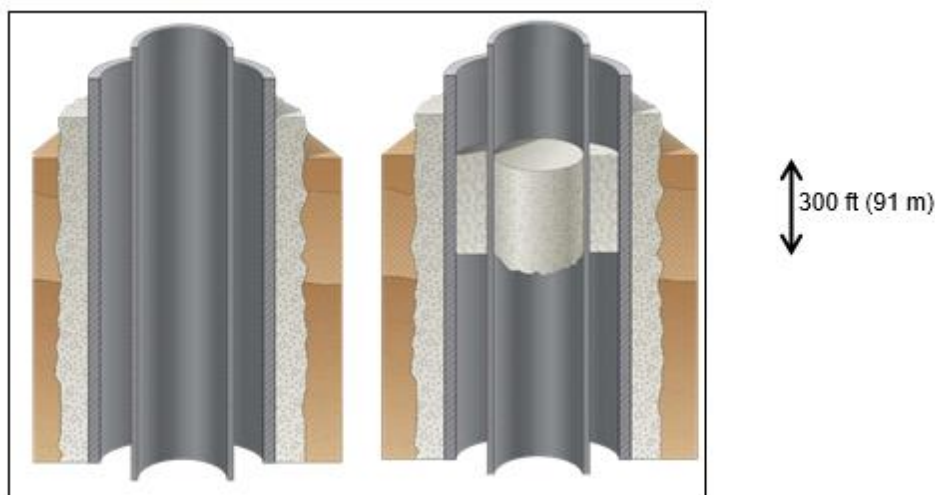


Figura 3-77 Esquema de tapones de abandono para pozos

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.5.2 Pruebas extensas de producción

Una vez que el (los) pozo(s) han sido probados y muestran potencial de producción, pasarían a un período de pruebas extensas en el que se determina la magnitud de las reservas y una estimación de la forma en que se puede producir. En este caso se pueden presentar dos (2) escenarios, el primero corresponde a que el pozo sea considerado productor debido a sus resultados y el segundo a que los resultados muestren que no es conveniente llevar a producción.

➤ **Resultados positivos de las pruebas extensas de producción**

En este escenario en el que el pozo es productor de hidrocarburos, es preciso mencionar que en caso de pasar este pozo a comercialización se adelantará ante la ANLA el licenciamiento ambiental para explotación de hidrocarburos de conformidad con lo establecido en la legislación ambiental colombiana. No obstante, las actividades de recuperación son:

- Desmovilización del equipo de perforación.
- Instalación del equipo de control de superficie para la producción.
- Limpieza general de todas las áreas internas de la locación.
- Recuperación de las áreas utilizadas para la ubicación de los equipos de perforación.
- Limpieza, remoción y disposición final de escombros y residuos de acuerdo a los lineamientos establecidos para el manejo, tratamiento y disposición de residuos para las actividades de perforación.

➤ **Resultados negativos de las pruebas extensas de producción**

En este escenario las actividades que se adelantarán, corresponden a las establecidas para el escenario de resultados negativos de las pruebas cortas de producción descrito anteriormente. Al finalizar la evaluación del APE COR-15 y en caso de encontrarse resultados negativos, se implementará el procedimiento para la fase de desmantelamiento y abandono de la plataforma.

3.6 Pruebas Extensas de Producción

Para las actividades de producción, se tiene planeada la adecuación de hasta dos (2) facilidades tempranas de producción en dos de las locaciones o la conformación de una zona específica de facilidades tempranas de producción o EPF por sus siglas en inglés. En los casos expuestos, la ampliación o la conformación del área para la EPF no superarán una (1) hectárea de superficie. Adicionalmente, dependiendo de los resultados de producción, se proyecta la construcción de hasta dos (2) estaciones de recibo de hidrocarburos, con un área de hasta una (1) ha cada una, en un área independiente, distribuidas según la ubicación de las locaciones en el APE COR-15.

Cada una de las facilidades de producción contará con sus tanques de almacenamiento, tratadores, separadores, generadores, cargadores y demás equipos requeridos para el desarrollo de las pruebas de producción

Para el transporte de hidrocarburos desde las plataformas hasta las estaciones de recibo se requerirá de la construcción de líneas de flujo, distribuidas entre las plataformas multipozo y las facilidades tempranas de producción.

En la fase inicial, antes de la construcción de estaciones de recibo y líneas, se requerirá del transporte de fluidos (crudo, agua y condensados) resultantes de las pruebas de producción por carrotanques hasta estaciones que tengan capacidad de recibo, fuera del APE COR-15.

3.7 Facilidades Tempranas De Producción (EPF) – Pruebas Extensas

Para la realización de las pruebas extensas se contará con facilidades para producción temprana (EPF's por sus siglas en inglés Early Production Facilities) que estarán integradas por los equipos que comprenden el sistema de recibo, separación, deshidratación, disposición, almacenamiento, fiscalización y medición, transferencia y transporte de todos los fluidos generados en el proceso de producción de petróleo y gas.

Los objetivos del proceso a realizar, consisten en la separación primaria de fases, tales como agua, crudo, y gas y la medición volumétrica de dichos fluidos.

El proceso en conjunto requiere de los siguientes elementos:

- Separador de agua, crudo y gas
- Unidades de tratamiento
- Tanques de almacenamiento portátil
- Control de proceso tipo local
- El suministro de energía eléctrica a través de generadores de 125 a 500 KVA
- Operación y disposición de los equipos acorde con criterios claros de salud ocupacional, seguridad y protección del medio ambiente.
- Cargadero y/o múltiple de transferencia

Las facilidades tempranas serán instaladas aledañas a la localización del pozo, haciendo uso del área liberada al finalizar la etapa de perforación, más un área adicional de hasta 1 ha. Dependiendo de los resultados de la producción, podrán ser ubicadas en áreas diferentes a las plataformas, permitidas por la zonificación ambiental manejando superficies también de hasta una (1) ha, en donde se encuentren todos los procesos de recibo, tratamiento, almacenamiento y despacho, así como facilidades administrativas. En la **Figura 3-78** se muestra la distribución de áreas al interior de una locación con la inclusión de las Facilidades Tempranas de Producción.

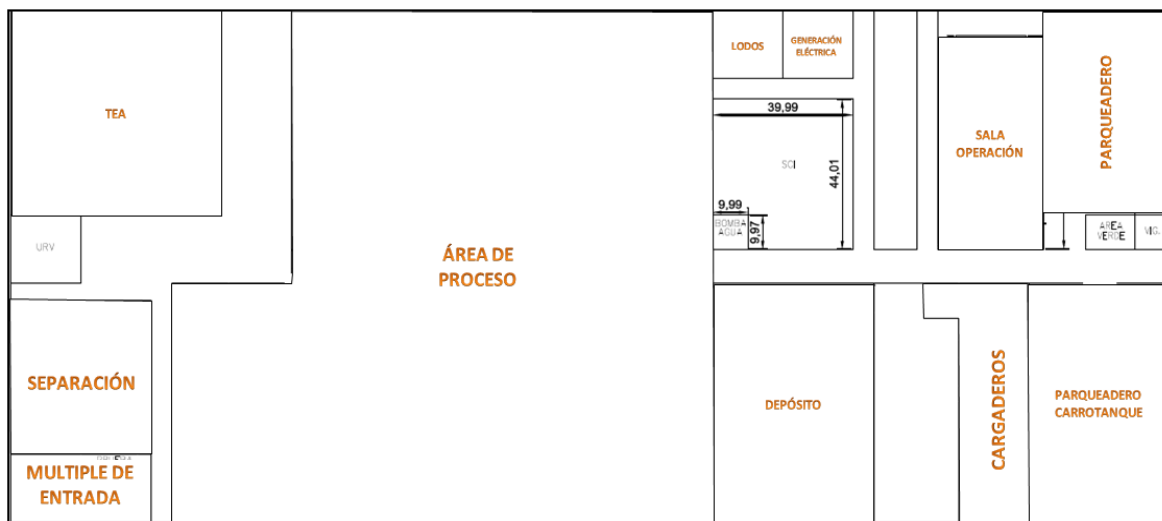


Figura 3-78 Distribución de áreas para Facilidades Tempranas de Producción

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.8 Equipos en Facilidades Tempranas de Producción

Los equipos principales que conformarán las instalaciones de producción temprana comprenden los siguientes:

- Separador de entrada y separador de prueba: El sistema de separación a la entrada de las facilidades de producción temprana estará conformado por un Separador de Producción y un Separador de Prueba que permitirá la separación de las fases.
- Paquete de inyección de di-etilen-glicol (DEG): Este sistema consiste básicamente de una bomba de inyección de DEG hacia el cabezal de los pozos, con la finalidad de prevenir la formación de hidratos a nivel de cabezal de pozo.
- Sistema de deshidratación con DEG: El sistema de deshidratación de gas consta de 2 secciones, una torre contactora y una unidad empacada de regeneración del glicol.
- Tanque de almacenamiento de agua: Se requiere de tanques que permitan el almacenamiento de las aguas de formación y estén a disposición según los requerimientos de la producción.
- Tanques de almacenamiento de hidrocarburos: Se ha considerado la instalación de un tanque presurizado (recipiente a presión) para manejar la producción de condensado asociado a la producción de gas, la cual se estima en 250 Barriles por día y de tanques de 5.000 Barriles por día para el almacenamiento de crudo y productos asociados. Se proyecta almacenamiento para 3 días, equivalente a 15.000 bbl
- Sistema de medición, control de calidad: Para garantizar el control de la calidad de los productos obtenidos, se ha considerado instalar equipos como un cromatógrafo de gas en línea, un analizador de ácido sulfhídrico (H₂S) y azufre total, un analizador de punto de rocío de agua y otro de punto de rocío de hidrocarburos.
- Accesorios de Medición Dinámica e Instrumentación: un medidor de orificio para gas (con su set de orificios), gravitómetro, medidor tipo turbina para aceite y agua, medidores de presión y temperatura, válvulas de seguridad, Bypass para las líneas de aceite y gas.
- Scrubber previo al ingreso a la tea.
- Tea para dirigir cualquier flujo de gas de drenajes o válvulas de alivio.
- Cargadero: Estructura con sus respectivas plataformas, accesos y medidas de seguridad para realizar el trasiego de fluidos desde los tanques de almacenamiento a los vehículos para su transporte.
- Sistemas auxiliares y utilitarios. Incluyen los siguientes:
- Sistema de suministro de electricidad - generador
- Aire de instrumentos
- Agua de servicio
- Sistema contra incendios
- Sistemas de drenaje
- Sistema de despresurización y venteo.
- Sistema de adquisición de datos en tiempo real
- Caseta laboratorio dotada de equipo para análisis de muestras
- Contenedor para oficinas y comedor
- Tanque de almacenamiento de diésel de 3000 galones con su respectivo dique.
- Equipos de instrumentación como Manómetros, Termómetros, Transmisores de presión y Temperatura.
- Compresores para suministro de aire para la instrumentación de control.

3.9 Descripción del Proceso

Los fluidos producidos por el pozo (agua, crudo, gas) son recibidos a través de un múltiple de estrangulamientos (*choke manifold*) el cual permite controlar su caudal y adicionalmente facilita el control del pozo en la eventualidad de una sobrepresión.

Posteriormente, los fluidos del pozo son dirigidos al separador de prueba con el fin de desestabilizar la emulsión (def: dispersión fina de gotas de un fluido en otro en el cual no es miscible o soluble) gracias a la coalescencia de las gotas al favorecer la formación de largas partículas que pueden asentarse en un área y un tiempo razonable.

El objetivo de esta etapa es retirar la mayor cantidad de agua libre y gas; por ende, se obtiene una corriente de crudo y agua en emulsión, una de agua con cierto remanente de crudo y una de gas con líquido producto del arrastre normal dado por la velocidad de este fluido dentro del área libre del separador. Por otro lado, en este equipo se realizará la medición de los volúmenes de cada una de las corrientes de proceso.

El crudo limpio se recibirá en tanques, con capacidad de almacenamiento para varios días, teniendo en cuenta que la filosofía de operación de la prueba es tener un almacenamiento mínimo y transporte diurno.

Los tanques de almacenamiento estarán provistos de Manifold de salida y entrada, salida de venteo de gas, manhole y tablas de aforo. Ubicados al interior de diques construidos en ladrillo y/o concreto, con la capacidad de almacenar hasta el 110% del tanque que rodean. En caso de contener múltiples tanques, el dique debe tener el 110% de capacidad del tanque más grande en su interior.



Figura 3-79 Tanques de almacenamiento con dique de contención

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Para el total del proyecto se esperan los caudales de producción definidos a continuación en la Tabla 3-41. Estos caudales están basados en la experiencia en la zona y representan un estimado de las posibilidades de obtención de hidrocarburos. Sobre estos estimados se han calculado las dimensiones de equipos y tuberías. Los cálculos variarán dependiendo de los resultados de las pruebas de producción. También se especifica en la **Tabla 3-42** las propiedades del crudo que se espera recibir.

Tabla 3-41 Caudales esperados de producción en el APE COR-15

PRODUCTO	CANTIDAD
Petróleo	4500 bopd
Agua	400 bwpd
Gas	10.5 MMscfd

Fuente: Maurel & Prom, 2019

Tabla 3-42 Propiedades del crudo a producirse en APE COR-15

PROPIEDAD	VALOR
Gravedad API	32°
Viscosidad cinemática	8.1 cSt @ 104°F 6.1 cSt @ 122°F
Pour point	60°F
BS&W	~10%
GOR	~5.000 scf/bbl

Fuente: Maurel & Prom, 2019

3.10 Agua de producción

El agua producida en los procesos de separación se recoge en un cabezal que permite la alimentación del desnatador (*skimmer*) donde se retira el residuo de aceite que arrastró el agua. Los residuos aceitosos obtenidos de este proceso serán recopilados con cierta periodicidad y retornados por medio de una bomba al separador. Del desnatador, el agua es direccionada a los tanques de almacenamiento de agua, y/o al sistema de tratamiento.

Si requiere tratamiento, el agua deberá ser procesada para cumplir con las condiciones requeridas para disposición en vías, áreas de aspersión o entrega a un tercero, tal como se describió en la etapa de perforación.

El proceso de tratamiento convencional del agua de producción se describe a continuación (ver Figura3-80). El agua que ha salido del separador se tiene almacenada en un tanque de aproximadamente 2000 bbl, que debe ser suficiente para almacenar la producción de 3 días. De allí, el agua es enviada a un desnatador (*skimmer*) en donde se retira el contenido superficial de aceite. El aceite recuperado se envía aun Gun Barrel, para poder recuperar mayor cantidad de crudo.

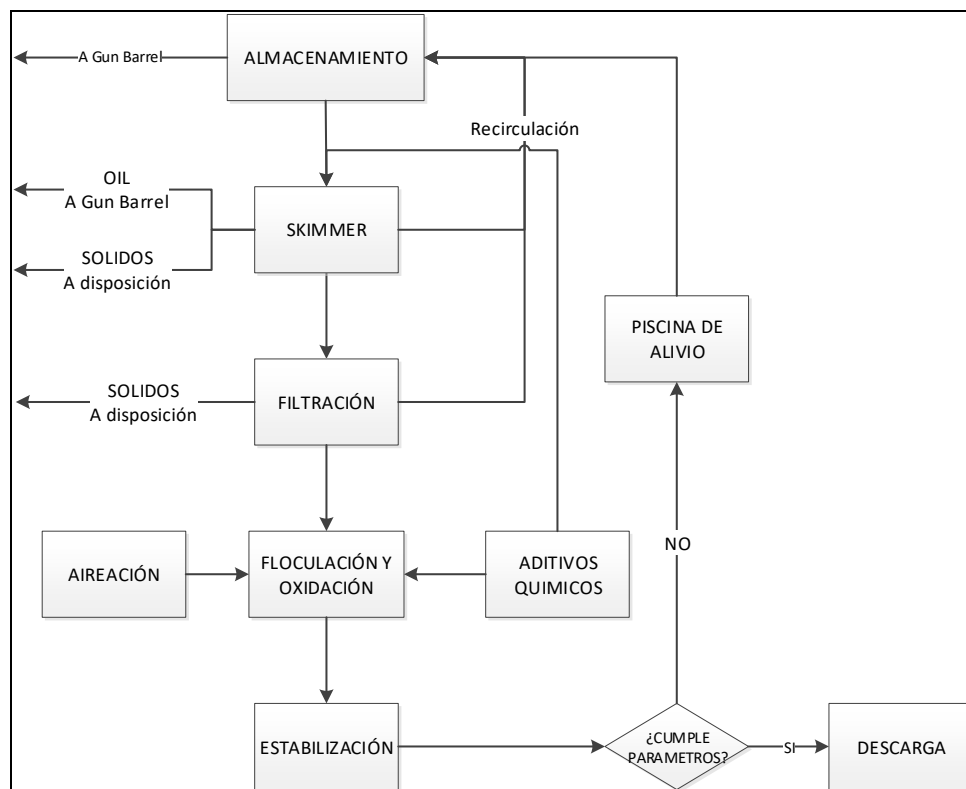


Figura3-80 Diagrama de flujo de proceso de tratamiento de agua de producción

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El agua que sale del desnatado pasa por un filtro de cascarilla de nuez para retirar impurezas suspendidas. El efluente del filtrado va a tanques de floculación y oxidación, que, con la ayuda de aditivos químicos y aireación, sumado a un tiempo de residencia suficiente, debe poderse depositar en un tanque de estabilización para poder descargar según los métodos descritos anteriormente. Los sólidos generados, debido a su contenido aceitoso, deben ser entregados a un tercero para disposición.

Los equipos requeridos para tratamiento de agua y sus tamaños se describen a continuación, en la **Tabla 3-43**.

Tabla 3-43 Tamaño de equipos para sistema de tratamiento de agua de producción

EQUIPO	CAPACIDAD
Tanque de almacenamiento	2000 bbl
Desnatador (skimmer)	100 bbl
Filtro de cascarilla de nuez	15 bbl
Tanques de Floculación	1000 bbl
Tanques de Estabilización	2000 bbl

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.11 Producción de Gas

El gas producido fluye desde el separador hacia un limpiador (*scrubber*) de baja presión en el cual se retira la mayor parte del contenido de líquidos (agua e hidrocarburos livianos - condensados) retenidos por el gas ocasionado por su paso por el separador. Si la cantidad de gas producido no es comercialmente suficiente, el gas se envía hacia la tea por medio de una línea, en cuya base se ubica un arresta-llamas (flame arrestor) con el fin de prevenir el denominado “flash back” en la línea de proceso. Finalmente, el gas asciende hacia la tea, en donde se mezcla con aire para generar la mezcla combustible, cuya ignición se efectúa mediante un quemador. Ver **Figura 3-81**.

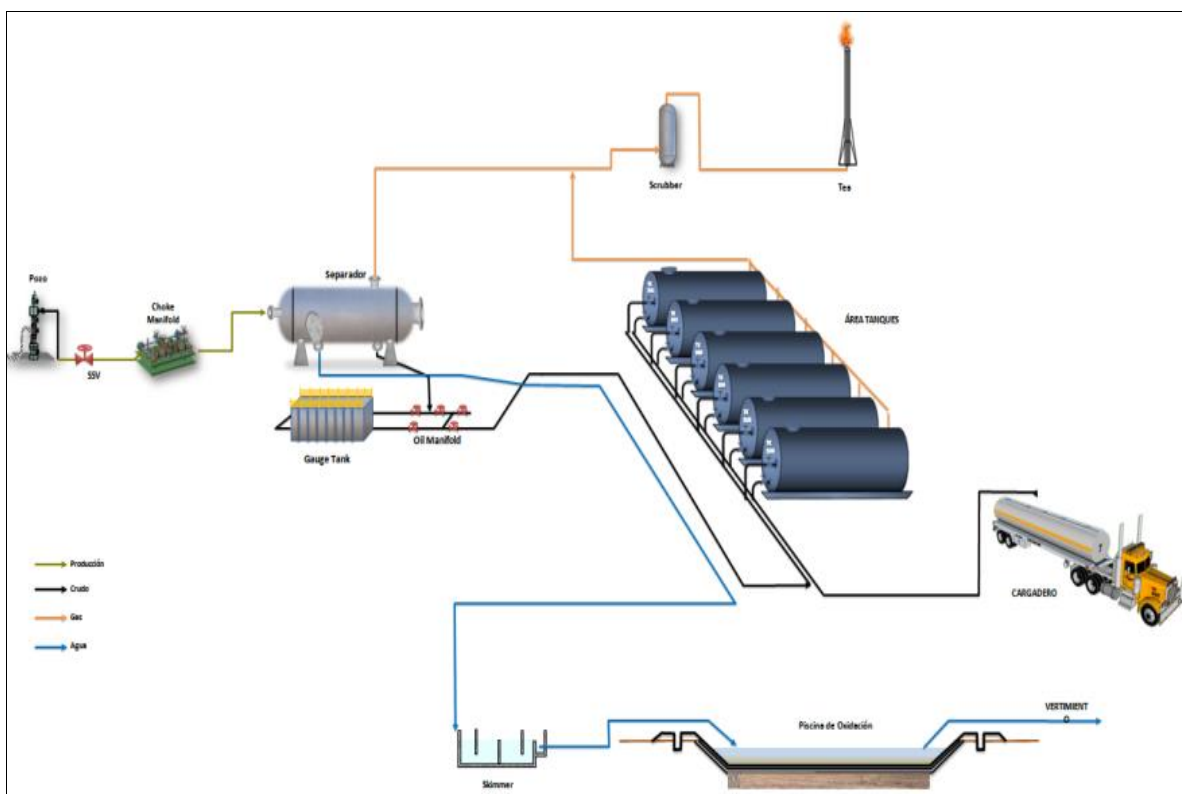


Figura 3-81 Esquema del proceso dentro de las facilidades de tempranas de producción
Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.12 Tea de producción

Para la etapa de pruebas de producción, el gas producido se quemará en una tea en cumplimiento con la legislación vigente, como sistema de alivio, de contingencias y para la disposición segura de gases asociados a los fluidos que no puedan ser aprovechados.

La tea irá conectada al equipo básico de prueba de pozo o a la salida del scrubber después del separador trifásico. Este equipo, incluida la tea, será suministrado por la empresa contratista de las pruebas de producción. La tea deberá instalarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La tea se ubicará a una distancia mínima de 100 metros con respecto al pozo o la ubicación de las instalaciones. Esto para asegurar que aún en condiciones de viento desfavorables, los

hidrocarburos, gases de combustión o radiación que salga de allí no tenga efecto sobre equipos y personas.

- La tea deberá estar aislada. Para impedir afectación ambiental y a personas y equipos durante su operación.
- La altura mínima de la tea será de 15 metros. Esto puede variar dependiendo de la vegetación en la zona y las estructuras colindantes.
- Mantenimiento y supervisión permanente de la tea.
- El área se demarcada a fin de evitar el ingreso de personal.
- El área de ubicación debe estar desprovista de árboles de fuste alto que por radiación de la tea pueda generarse un incendio espontáneo en un radio de 70 metros.



Figura 3-82 Diseño conceptual y ejemplo de una tea en funcionamiento

Fuente: FEEL Consulting, 2019

La tea debe tener una capacidad o volumen de quema de gas superior a 3 MMscfd teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Que la Tea tenga la capacidad nominal superior a un 30% del volumen requerido (10 MMscfd)
- Demostrar a través de parámetros de diseño de la tea que no se desarrollarán velocidades supersónicas a la salida del gas y contar con un silenciador en la boquilla.
- Contar con encendido electrónico, para que no se requiera manipulación por parte del personal para su funcionamiento.
- Revisar los factores de seguridad en la radiación a la quema del gas que no pongan en peligro la operación normal del equipo y personal una vez se inicie las pruebas de producción.
- No se permite el uso de trinchos para la quema del gas.
- Los requerimientos de las teas y quemaderos se ajustan a las normas API 521 y API 537.

La quema de gas está regulada conforme a lo requerido en la Resolución 181495 de 2009 en sus artículos 52 y 53, que fue modificada posteriormente por la Resolución 40048 de 2015. En ésta, se especifica que cualquier quema o desperdicio de gas está prohibido a menos que se justifique su

disposición. La quema de gas debe constituirse como el procedimiento inicial, previo a la cuantificación de la producción y posteriormente, una vez definido el mecanismo de venta y transporte, solamente se eliminará el gas en forma contingente.

3.13 Procesamiento del gas

En caso de producción de gas y condensado a niveles comerciales, se debe procesar el gas para poder entregar en condiciones de venta. El gas producido en cada pozo se expande a través de una válvula de estrangulamiento, para restringir la producción y controlar la presión de cabeza. En esta etapa se prevé la formación de hidratos después del estrangulamiento, razón por la cual se contempla la inyección de di-etilén-glicol (DEG) antes de la expansión del gas para prevenir la formación de hidratos.

El gas, luego del estrangulamiento de cada cabezal de pozo, fluye hacia un múltiple de producción, el cual recibe la producción de todos los pozos conectados, para fluir hacia el separador de producción trifásico, el cual permite la separación del gas de los condensados producidos asociados al gas y del agua condensada por la expansión, la cual contiene DEG inyectado. Este proceso es similar para el escenario de prueba de pozos con el separador de prueba. Ver Figura 3-83.

El gas saturado con agua, proveniente del separador, alimenta la torre contactora de glicol por la sección inferior del recipiente y entra en contacto en contracorriente con el glicol rico (regenerado), el cual entra por el tope de la torre desde la unidad de regeneración. La torre está provista de unos platos de burbujeo que permiten el proceso de absorción del agua.

El gas deshidratado (seco) sale por el tope de la torre hacia un depurador con el objeto de eliminar partículas líquidas de glicol que pudiesen ser arrastradas con el gas. Desde el depurador, el gas bajo especificaciones fluye hacia un sistema de medición y de análisis antes de alimentar el gasoducto construido o el sistema de transporte concebido.

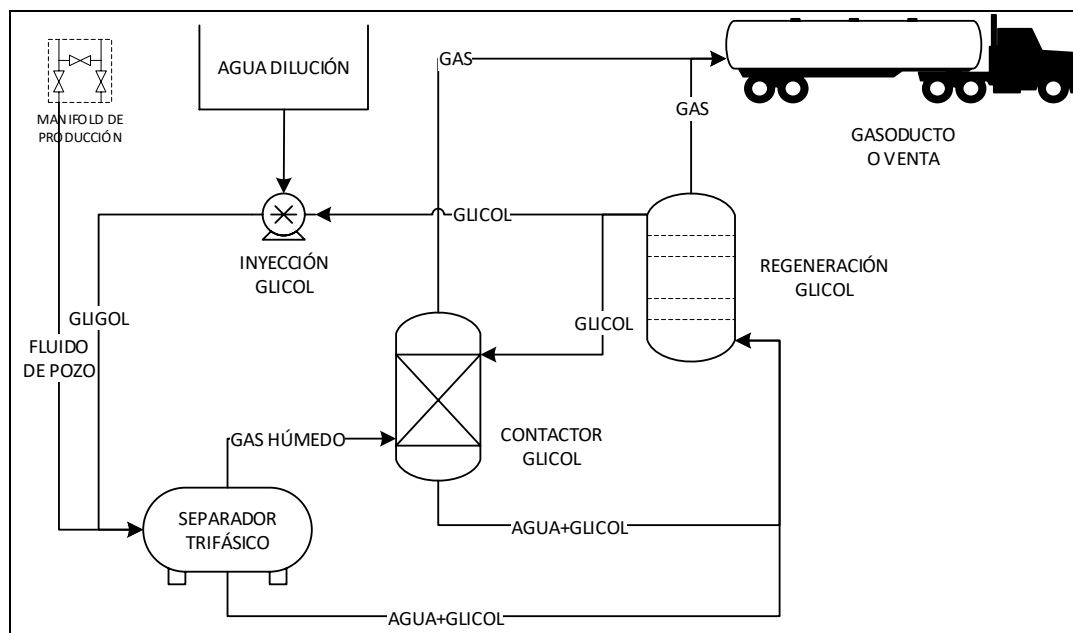


Figura 3-83 Diagrama del proceso de tratamiento de gas y condensados

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El gas también podrá ser comprimido (ver compresor Figura 3-84) y transportado en carrotanques para su comercialización local o regional. El compresor a ser utilizado no difiere de los equipos que se encuentran en las estaciones de gas comprimido existentes en Colombia y puede ser desde un equipo pequeño, cuyas características se muestran a continuación, o de mayores proporciones según los volúmenes de gas producidos:



Figura 3-84 Compresor de gas de 2 etapas (220 hp)

Fuente: FEEL Consulting, 2019

La corriente de agua separada, contaminada con DEG es enviada a hacia la unidad regeneradora de glicol. El condensado separado, fluye a un tanque presurizado, desde donde puede ser transferido a un destino final mediante camiones de vacío. Este proceso se puede ajustar dependiendo de la cantidad y la composición química del gas y condensados que sean producidos en el APE COR-15. Este condensado remanente del proceso de extracción de gas será almacenado en tanques de las facilidades tempranas, para posteriormente ser cargado en carrotanques y despachado a las estaciones con capacidad de recibo, o almacenado para mezclar con hidrocarburos para mejorar su calidad.

El condensado podrá ser transportado hacia sus sitios de destino mediante carrotanques adecuados para tal fin, ejemplo del cual se muestra en la **Figura 3-85**.



Figura 3-85 Camión para transporte de condensados

Fuente: FEEL Consulting, 2019

La frecuencia de cargue y transporte del producto se realiza bajo demanda de la producción del condensado. Se puede estimar que se generará un viaje diario en carrotanque de 250 Bbls. Este

condensado podrá enviarse a la estación de Corrales o tendrá que ser usado en la misma operación de M&P.

En caso que el gas tenga contenidos de sulfuros, tendrá que pasar por un proceso adicional de endulzamiento para remover ese componente. Según la experiencia en la zona, no se tiene presencia de sulfuros o derivados en el gas producido.

3.14 Deshidratación de Petróleo

Las emulsiones de aceite en agua y de agua en aceite afectan la eficiencia de separación y generan dificultades al momento de intentar mantener los niveles en los separadores. Diversos dispositivos se usan para lograr el rompimiento de las emulsiones y conseguir la coalescencia de las gotas de aceite.

El aceite que sale del separador trifásico es enviado a un tratador térmico o a un *gun barrel*, donde el agua emulsionada termina de romperse por efectos térmicos o por tiempos de retención prolongados (Ver Figura 3-86). Adicionalmente se agregan productos químicos compatibles con el tipo de crudo para ayudar a la desestabilización de las emulsiones y a reducir los tiempos de retención.

Para el procesamiento del crudo, con las características que se espera encontrar en el APE COR-15, se estima que un *gun barrel* de 500 bbl sea suficiente para alcanzar el deshidratado esperado del crudo. Este tanque tiene como función mantener un volumen permanente de agua y de aceite, para que, al hacer pasar la emulsión a través de las capas de agua, las micro gotas de agua se detengan en la fase acuosa y sólo ascienda el aceite. El sobrenadante que desborda por la parte superior debe ser aceite con el menor contenido de agua y el agua que se descarga por la parte inferior, debe contener la menor cantidad posible de aceite.

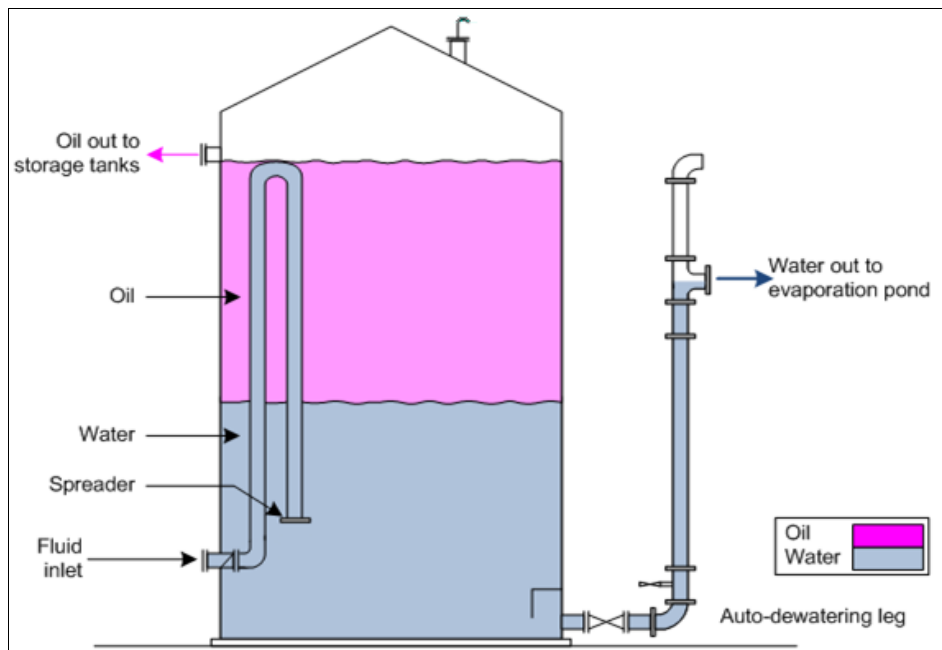


Figura 3-86 Diseño y funcionamiento de un gun barrel para deshidratación de crudo

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.15 Transporte de Fluidos de Producción

Para el transporte de hidrocarburos y fluidos de producción se contemplan dos escenarios:

1. Transporte de hidrocarburos al interior del APE COR-15, es decir desde los pozos hacia las facilidades de producción. Este transporte es fluido sin tratamiento.
2. Transporte de hidrocarburos para venta por fuera del APE COR-15. Este fluido ya se encuentra fiscalizado y en condiciones de venta.

Estos dos escenarios se evalúan a continuación.

3.15.1 Transporte de fluidos de producción

Como se mencionó anteriormente, el proyecto del APE COR-15 contempla la conformación de seis locaciones con plataformas multipozo con posibilidad de perforar hasta dos (2) pozos en cada una de ellas, por lo cual es preciso desarrollar un sistema de líneas de flujo para conectar las diferentes locaciones con las facilidades tempranas de producción, que pueden estar dentro de alguna de las plataformas mencionadas o estar en plataformas aparte. Todo esto teniendo en cuenta la zonificación de manejo ambiental y manteniendo franjas de aislamiento y movilidad que permitan la protección de los elementos socio ambientales.

Vale la pena mencionar que toda esta infraestructura será construida en la medida que los resultados de las pruebas de producción de los pozos perforados resulten positivos.

De acuerdo con lo anterior en la **Tabla 3-44** se presentan las especificaciones técnicas y los métodos constructivos de las líneas de flujo que se conformarán al interior del APE COR-15.

Tabla 3-44 Especificaciones técnicas para la conformación de líneas de flujo

ASPECTO	CARACTERÍSTICAS
Longitud	Hasta 15 km distribuidos en segmentos entre plataformas, facilidades tempranas de producción y estaciones de recibo
Diámetro	Hasta 8" pulgadas
Profundidad Estimada	Hasta 1 metro de profundidad
Derecho de Vía	Hasta 7 metros
Presión de operación	1200 psi aproximadamente
Prueba estática	1500 psi con agua tratada anticorrosivo e inhibidor de incrustación
Cruces de vías	Enterradas
Cruces de cuerpos de agua:	Enterrados (cruce subfluvial) Perforación dirigida (cruce subfluvial) Adosados a infraestructura existente Aéreos marcos H: para cruces de arroyos se tiene como opción los cruces aéreos colocando la tubería sobre estructuras en marcos "H".
Instalación	Superficial sobre marcos "H" Enterrada a campo traviesa. Superficial ó enterrada por corredores viales.

Fuente: FEEL Consulting, 2019

➤ Instalación de la tubería

- Localización y replanteo: Consiste en la demarcación del derecho de vía a intervenir, previa localización exacta del eje de la tubería. La demarcación del eje de la tubería y de los hombros del

corredor se hará mediante estacas pintadas de un color que permita el fácil reconocimiento y con el fin de no intervenir áreas no autorizadas. Es importante anotar que para efectos de las líneas de flujo se empleará tanto tubería convencional como tubería enrollable.

- **Adecuación del corredor:** En la conformación del derecho de vía se registrará el ancho y las dimensiones definidas en los diseños y a lo estipulado según los resultados de la actividad de replanteo.
- **Tendido:** La tubería será apoyada sobre sacos de fibras naturales llenos de suelo suelto de tal manera que se evite el contacto directo con el suelo en el caso de emplearse tubería convencional. Al tender los tubos a lo largo del derecho de vía se dejarán espacios entre ellos en lugares convenientes y con un ancho adecuado para facilitar el paso de personas maquinaria y animales en los predios que se ocupen. Ver Figura 3-87.

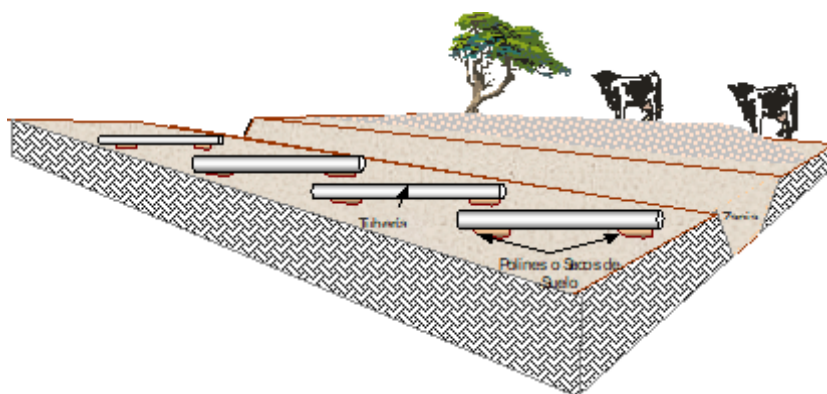


Figura 3-87 Tendido de tubería

- **Limpieza interna de los tubos:** Antes de alinear y soldar los tubos se verificará que el interior de los tubos esté libre de materiales extraños. Al finalizar cada jornada de trabajo los extremos de la tubería deberán taponarse para evitar el ingreso de elementos al tubo.
- **Doblado:** El radio mínimo de las curvas es aquel que corresponda a una deflexión de un grado por cada diámetro de longitud de la tubería, se localizará el vértice de la curva en el sitio exacto del tubo que se va a doblar, con el fin de lograr el empate entre la línea ya soldada y la curva; la vena de la costura del tubo debe localizarse en el eje neutro de la curva. La distancia mínima entre la curva y la junta circunferencial soldada (tramo recto) no será menor a 5 diámetros.
- **Alineación:** Consiste en la colocación de los tubos enfrentados, mediante la utilización de grapas internas y externas que garanticen su alineación y fijación, durante el desarrollo de los trabajos. La soldadura será realizada por personal calificado y regulada según la norma API-1104 "STANDARD PIPELINE WELDING AND RELATED FACILITIES". Durante esta labor las soldaduras deberán protegerse de las condiciones meteorológicas que puedan perjudicarlas durante la operación. También se dejará una pega abierta cada cierta distancia con el fin de poder manejar la lingada.
- **Radiografía y revestimiento de juntas:** La radiografía es un proceso que usa radiación penetrante, lo que permite examinar el interior de los materiales que son opacos a la luz y obtener imágenes radiográficas. Este proceso se utilizará durante la construcción para determinar los defectos de soldadura tales como poros y fisuras, de tal manera que luego se pueda realizar la correcta reparación, garantizando absoluta perfección en las uniones de los tubos.

El equipo y materiales utilizados serán:

- Fuente de radiación (Iridio 192 o cobalto 60).
- Película radiográfica.
- Pantallas intensificadoras.
- Laboratorio para el proceso de película.
- Cubetas de procesado
- Soluciones químicas utilizadas para el procesado
- Ganchos de relevado
- Termómetros y cronómetros
- Negatoscopio
- Lámpara.
- Monitores para detección de la radiación

El personal encargado de llevar a cabo esta actividad será calificado y responsable del cumplimiento de las normas que rigen la protección contra la radiación en el transporte, manejo y operación de los equipos. Se utilizará para este propósito, avisos de seguridad, intensímetros, dosímetros y se llevará un registro con los índices de exposición recibida por cada operador para control de la dosis máxima permisible.

Los residuos generados durante la realización de esta actividad tales como material radiográfico utilizado y empaques, así como los residuos químicos generados en los laboratorios estacionarios y/o móviles tales como soluciones químicas y materiales de relevado serán manejados de acuerdo con la ficha del Plan de Manejo Ambiental.

- **Apertura de zanja:** El fondo de la zanja será conformado en forma uniforme y quedará libre de rocas sueltas, gravas, raíces y materiales extraños que pudieran dañar la tubería o su revestimiento. El material producto de la excavación se acordonará al lado de la zanja, evitando que se mezcle con la capa vegetal retirada durante la apertura del derecho de vía y se dará el manejo necesario para evitar el lavado por escorrentía.

- **Bajado:** Se retirará del fondo de la zanja todo aquello que pueda dañar al recubrimiento, por ejemplo, rocas sueltas, piedras, bloques de madera, tubos, herramientas y varillas de soldadura. Cuando el fondo sea rocoso se recubrirá con una capa de arena o suelo desmenuzado de por lo menos 8 cm de espesor o con bolsas llenas de arena o suelo. El fondo debe estar nivelado para que el peso de la tubería quede bien distribuido.

La tubería debe ser colocada directamente sobre el fondo de la zanja dejando, donde sea necesario, porciones de tubería sobresaliendo de la zanja, apoyadas sobre durmientes y formando curvas verticales dentro de la flexibilidad natural de la tubería. Durante la bajada se evitarán golpes o fricciones contra los lados de la zanja.

- **Tapado:** Se rellenará inmediatamente después de la instalación para evitar cualquier daño del recubrimiento. Antes de rellenar se separarán todos los objetos que puedan dañarlo tales como fragmentos de roca o piedras grandes. Después de colocar sobre la tubería unos 15 cm de relleno con tierra suelta, incluirán los objetos duros separados anteriormente. La tierra suelta puede reemplazarse por material sintético (poliuretano) el cual forma un "colchón" suave alrededor del tubo antes de colocar el material de relleno de la zanja o utilizar una malla de protección.

El relleno se terminará compactando el material, de manera que la parte superior de dicho relleno quede 20 a 30 cm por encima del nivel del terreno adyacente, apisonándolo con un mínimo de 4 pasadas de la oruga del buldócer. (Ver **Figura 3-88**).

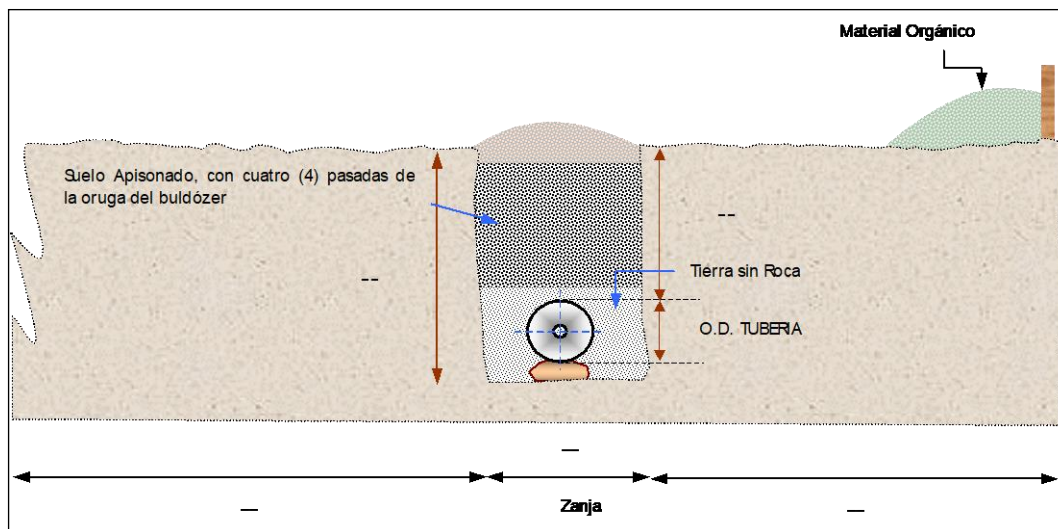


Figura 3-88 Detalle de tubería enterrada

- **Accesorios:** Las válvulas de seccionamiento, cheques y venteos y demás accesorios para la operación de la línea de transferencia se instalarán en los sitios establecidos en los planos de diseño, las válvulas se instalarán dentro de un foso en concreto, el cual tendrá tapa y un orificio de ventilación.
- **Tendido de tubería flexible:** Como se mencionó previamente también se contempla la opción del uso de tubería flexible para efectos de la conformación de las líneas de flujo. Este tipo de tubería permite el transporte de todo tipo de fluidos con factores de seguridad superiores a la tubería metálica convencional. Entre sus características está:
 - Fibra de vidrio reforzada con epóxico
 - Cumple con las normas API 15S, API 15HR y CSA Z662, para eliminar la corrosión en sistemas de recolección, inyección y transporte de fluidos multifásicos, agua, petróleo y gas.
 - Rango de temperatura desde -29°F a 203°F (95°C)
 - Rango de diámetros desde 2" a 6 1/2"
 - Presiones de operación de 750 a 3.500 psi

Procedimiento que reduce los tiempos y los procedimientos en terreno, e incluso puede llegar a minimizar las intervenciones. En el proceso solo sería necesario el zanjado y el tendido (Ver Fotografía 3.26) de la tubería flexible cuya longitud prevista en cada carrete es de aproximadamente 200 metros tras lo cual se empalma con acoples específicos para este tipo de tubería (Ver **Fotografía 3-28** hasta la **Fotografía 3-31**), procedimiento que solo requiere de aproximadamente 30 minutos incluida la verificación.



Fotografía 3-28 Carretes de Tubería Flexible



Fotografía 3-29 Zanja para tendido e instalación de Tubería Flexible



Fotografía 3-30 Empalme de tubería flexible



Fotografía 3-31 Conectores de tubería a tubería y de tubería a equipo de recepción de fluidos

➤ Prueba hidrostática

Las líneas de superficie, al igual que el pozo perforado, deben tener una vida útil equivalente a la duración del proyecto de exploración. Por esta razón, se deben tomar todas las medidas necesarias para garantizar que las instalaciones y accesorios cumplan con los más altos estándares de calidad, con el objetivo de proteger el medio ambiente y minimizar el impacto de la actividad de construcción y la operación en los alrededores.

La prueba principal para la tubería, después de las verificaciones radiográficas de las costuras de soldadura, es la prueba hidrostática, que consiste en llenar la tubería de agua y presurizar la línea para evaluar si se presentan fugas. Para realizar la prueba hidrostática se tendrán como referentes los siguientes criterios y procedimientos:

- La prueba hidrostática se realizará en horas de luz día y tiempo seco.
- Los accesorios que se emplearán en forma definitiva en la línea de flujo no serán los empleados en la prueba hidrostática.
- La presión de la prueba hidrostática en cualquier punto de la tubería será de 1500 psi con agua tratada con anticorrosivo e inhibidor de incrustación.

- Limpieza interior y calibración de la tubería: El procedimiento considera la instalación de un múltiple receptor de raspadores en el extremo del tramo opuesto al punto de inyección y de un múltiple de envío en el extremo del tramo para la inyección del agua, desde el cual se envía un raspador de limpieza a través de la tubería, empujado por agua o aire comprimido.
- Llenado y purga de aire: Se instalará un medidor en el lado de la succión de la bomba de llenado con el fin de determinar el tiempo aproximado requerido para llenar cada sección de prueba y una bomba dosificadora para inyectar el inhibidor de corrosión en el agua de prueba. En el caso que el agua de prueba vaya a permanecer un tiempo significativo dentro de la tubería, se empleará además un secuestrante de oxígeno.

Durante el llenado, la columna de agua irá precedida de raspadores de desplazamiento para eliminar bolsas de aire y hacer una limpieza interna adicional. Cuando los raspadores de desplazamiento llegan a las trampas receptoras, la válvula del extremo opuesto a la inyección se abre y el agua se deja salir libremente a un recipiente que permite la sedimentación de partículas, hasta que se nota que el agua fluye libre de polvo o materiales extraños; en este momento, todas las válvulas en los tramos de la sección de prueba se cierran y se instalan los tapones de prueba o bridas ciegas, habiendo detenido previamente la bomba de llenado.

- Presurización: Cuando la sección de prueba está lista, se conectará la bomba de presión a la instalación, bombeando hasta alcanzar una presión deseada.
- Desplazamiento del agua y empates: Una vez que el agua haya sido retirada y la tubería esté satisfactoriamente drenada, se da inicio a las operaciones de empate o conexión de las secciones de prueba, las cuales deben someterse a prueba radiográfica.

El agua proveniente de la prueba de hidrostática será tratada adecuadamente y dispuesta de acuerdo con las alternativas de disposición prevista para este estudio, cabe destacar que los caudales para realizar dichas pruebas podrán oscilar entre 0,21 y 0,85 l/s por cada kilómetro de tubería teniendo en cuenta los diámetros propuestos.

➤ Instalaciones de apoyo

Las instalaciones de apoyo como taller y campamento principal están previstas en centros poblados. En campo, estarían solamente previstos campamentos volantes con las adecuadas facilidades sanitarias portátiles.

➤ Maquinaria, equipos y mano de obra

Para la atención de los diversos frentes de obras regulares y especiales, se requieren de diferentes equipos según el tipo de actividad. En la **Tabla 3-45** se presenta el despliegue de maquinaria pesada a utilizar en las diversas etapas del proyecto.

Tabla 3-45 Maquinaria y equipo en cada frente de instalación de tubería

FRENTE	MAQUINARIA
Derecho de vía	Vehículo, retroexcavadora, sierra de potencia, buldócer, volquetas
Zanjado (Aplica para líneas de flujo enterradas)	Vehículo, excavadora de cuchara, volquetas, compresores, martillo neumático
Tendido	Vehículos, grúa con winche, tractor de remolque para tubería
Doblado	Vehículo, dobladora, jalón

FRENTE	MAQUINARIA
Cuadrilla de Soldadura	Vehículos, soldadores, tractor con remolque
Cuadrilla de Recubrimiento	Vehículos, tractor, grúas laterales, maquinaria de limpieza y pintura, revestidora, caldera de brea, soporte y vigas de soporte holiday
Bajado (Aplica para líneas de flujo enterradas)	Vehículos, grúas laterales, excavadora de cuchara, Buldócer, motobomba de agua
Empalme	Vehículos, grúas laterales, soldadores, excavadora de cuchara, caldera de brea, motobomba de agua
Tapado y Limpieza Final (Aplica para líneas de flujo enterradas)	Vehículo, retroexcavadora, Buldócer, motoniveladora, montacarga, tractor de finca, Cable de arrastre, volquetas

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Adicionalmente, se describe el personal requerido para el proceso de instalación de tubería entre locaciones, ver **Tabla 3-46**.

Tabla 3-46 Personal participante por actividad de instalación de tubería

FRENTE	PERSONAL
Zanjado (aplica para líneas de flujo enterradas)	Capataz, operadores, conductor, obreros
Tendido	Capataz, operario de la grúa, conductores
Cuadrilla de doblado y soldadura	Capataz, supervisor de soldadura, soldadores, ayudantes, operarios de tractos, conductores
Cuadrilla de recubrimiento	Obreros
Bajado (aplica para líneas de flujo enterradas)	Capataz, operadores, mecánicos, conductor, obreros
Tapado y limpieza final (aplica para líneas de flujo enterradas)	Capataz, supervisor, operario de excavadora, operario de buldócer, operario de montacarga, conductor, ayudantes, obreros

Fuente: FEEL Consulting, 2019

➤ Residuos

• Residuos sólidos

Los residuos que se generarán durante la construcción de las líneas de flujo serán esencialmente industriales, dado que no se construirán campamentos temporales para alojar personal de la obra de construcción de líneas de flujo. Sin embargo, los residuos domésticos que se puedan generar en los frentes de trabajo, por sobrantes de alimentos, se les dará el tratamiento adecuado mediante la recolección in situ y traslado hacia una de las locaciones para integrarlo al sistema de tratamiento dado a estos residuos. En la **Tabla 3-47** se presenta una relación de los posibles residuos industriales generados durante esta etapa.

Tabla 3-47 Residuos industriales generados durante instalación de líneas

SITIO DE GENERACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO
Frentes de Trabajo, sitios de acopio de tubería	Retales metálicos, colillas de soldadura, repuestos usados limpios
	Retales metálicos, repuestos usados impregnados

SITIO DE GENERACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO
	Madera limpia
	Madera impregnada
	Cartón, papel, estopas impregnados de aceite
	Envases de plástico, metálicos, vidrio impregnado
	Material radiográfico

Fuente: FEEL Consulting.2019

Los residuos manchados e impregnados de aceite, hidrocarburos y materiales inflamables no podrán ser mezclados con los residuos sólidos domésticos; estos residuos se entregarán a un tercero para su tratamiento y disposición. Los residuos como chatarra, baterías, llantas, etc., serán devueltos a los proveedores.

• Residuos líquidos

Al igual que los residuos sólidos, los residuos líquidos domésticos que se generan tienen su origen en los frentes de trabajo de la línea. En estos frentes de trabajo se hará manejo apropiado de los residuos líquidos domésticos mediante la utilización de unidades sanitarias manejadas por terceros.

Al agua para la realización de las pruebas hidrostáticas de las líneas de flujo solamente se adicionará los productos anteriormente mencionados. Antes de su disposición final se realizará el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos acorde con la legislación vigente. El agua utilizada en las pruebas hidrostáticas se dispondrá de dos (2) formas:

- Riego en vías destapadas, para lo cual se usarán carrotanques con sistema de flautas que recorrerán dichas vías disponiendo de forma controlada las aguas. Siempre y cuando cumplan con los parámetros físico-químicos definidos en la legislación.
- En caso de no cumplir con parámetros de disposición, se procederá a la incorporación al sistema de manejo de aguas industriales de los pozos o de las facilidades de producción y de allí se tratará y reutilizará en los procesos necesarios y finalmente se dispondrá.

3.15.2 Transporte al exterior del APE COR-15

Dependiendo de los resultados de producción del APE COR-15 se construirán líneas de flujo para llevar los hidrocarburos a estaciones de bombeo o puntos de venta. Sin embargo, es posible que se requiera transportar los hidrocarburos (aceite y/o gas) en vehículos de carga hacia estaciones cercanas como Guaduas, Miraflores, Tocancipá, Apiay, Porvenir, entre otras. Los dos escenarios se evalúan en esta sección.

➤ Líneas de Flujo

Estas líneas de flujo se podrán conectar a la infraestructura de transporte existente en la región, al gasoducto que parte de la Estación Belén hacia Tunja, o conexión hacia la estación de Corrales operada por Omega Energy International, la que se encuentre próxima al APE COR-15.

Los criterios técnicos para la instalación de estas líneas son los mismos que para las líneas entre plataformas. Se mantiene el mismo rango de diámetros para la tubería entre 6" y 12" para aceite y entre 4" y 8" para gas, dependiendo de los resultados de la producción.

➤ Transporte en vehículos

De los tanques de almacenamiento, el crudo se entrega a carrotanques, por medio de bombas, con capacidad suficiente para ejecutar el transporte en el horario diurno. Este despacho se hará a través de un medidor certificado que garantiza el volumen de fluido entregado. Las bombas y el medidor estarán instalados en el cargadero de la locación (ver **Figura 3-89**). Esta área debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Espacio suficiente para maniobras de los vehículos
- Suficientes bahías de cargue de acuerdo con el caudal esperado
- Plataformas de acceso a operarios para manipulación de compuertas y válvulas
- Cubrimiento para proteger de sol/lluvia durante cargue



Figura 3-89 Cargadero de crudo

El petróleo será transportado en carrotanques convencionales de 200 bbl. Esto implicaría un flujo aproximado de 25 carrotanques al día para transporte del petróleo proyectado. Ver **Figura 3-90**.



Figura 3-90 Carrotanque 200 bbl

El gas, será transportado igualmente en carrotanques, cuya operación está reglamentada en la NTC 3853, y se reglamenta que el volumen promedio para transportar gas natural, según las presiones de almacenamiento permitidas son de 50.000 scf aproximadamente, para vehículos de

hasta 4 ejes. Para vehículos con contenedores tipo gasoducto virtual, se esperan capacidades de hasta 150.000 scf. Según estas condiciones, no es viable el uso de carrotaques o contenedores tipo gasoducto virtual si se alcanzan las producciones proyectadas, ya que se requerirían más de 100 vehículos al día para transportar los 10 MMscfd que se proyectan. Esta opción es viable para las etapas iniciales de producción de gas con volúmenes más bajos.



Figura 3-91 Vehículos para transporte de gas: carrotaque cisterna (izq); gasoducto virtual (der)

➤ Caracterización de Ruido, Luz y Emisiones Atmosféricas

Para la emisión de ruido se tienen dos niveles principales que se describen a continuación, ver **Tabla 3-48**. Todas las distancias mencionadas se toman a partir del área operativa como punto de referencia o punto cero. Debido a estas mediciones, todo el personal que se encuentre al interior de la zona operativa debe usar elementos de protección auditiva.

Tabla 3-48 Niveles de presión de ruido en la plataforma de producción

ÁREA	UBICACIÓN	NIVEL DE RUIDO
Generadores Bombas de inyección	50 m	90 dB
Área de oficinas Bodegas de almacenamiento Laboratorio	100 m	60 dB

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Las emisiones de luz no son significativas debido a que la iluminación es a bajo nivel, salvo la que se encuentra instalada en los tanques de mayor tamaño. No es un factor de contaminación lumínica para los alrededores.

La generación de emisiones a la atmósfera se da por los gases de combustión de los motores que se tengan trabajando durante la operación de perforación. En la **Tabla 3-49** a continuación, se resumen los equipos presentes junto con los consumos estimados de combustible.

Tabla 3-49 Equipos generadores de emisiones atmosféricas durante producción

EQUIPO	CONSUMO
Generador campamento	15 gal/h
Generador equipos	50 gal/h
Quema de gas de alivio	0.05 MMscfd
Carrotaques (variable)*	1.5 gal/h

*La cantidad de carrotaques puede variar dependiendo del caudal de hidrocarburos producido.

Fuente: FEEL Consulting, 2019

➤ Consumo de agua

En la etapa de producción, el uso industrial será específicamente para labores de limpieza en las áreas operativas, retrolavado de filtros en caso que se utilicen, purgado y lavado de líneas. También se contempla uso doméstico.

Tabla 3-50 Estimado de consumos de agua para actividades de producción del APE COR-15

USO DEL AGUA	CANTIDAD	ALMACENAMIENTO
Industrial (usos varios)	100 bbl/día	Tanques portátiles
Doméstico	60 bbl/día	Tanques exclusivos para agua potable

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.15.3 Residuos Sólidos y Peligrosos

Los residuos generados durante la etapa de perforación pueden ser de tipo doméstico (Tabla 3-51) e industrial (Tabla 3-52), a continuación, su clasificación:

Tabla 3-51 Clasificación de Residuos Sólidos Domésticos

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/FUENTE DE GENERACIÓN
Orgánico	Provenientes de los desechos de comida, estos residuos se generan en la plataforma del pozo y en el área de campamento.
Reciclable	Son residuos tales como papel de impresión, periódicos, cartón, aluminio, desechables de polietileno, vidrio en todas sus presentaciones, madera, etc. originados en las áreas de cocina y de oficinas.
No reciclable	Corresponde a los papeles sanitarios, gasa, algodón, vendas, cuchillas de afeitar. Generados en los campamentos (dormitorios) y en la enfermería.

Fuente: FEEL Consulting, 2019

Tabla 3-52 Clasificación de Residuos Sólidos Industriales

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/FUENTE DE GENERACIÓN
Aceitosos especiales y	A este grupo corresponden elementos como recipientes de insumos, pinturas y productos químicos, filtros y baterías.
Reciclables	Chatarra, piezas de equipos y tubería

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.16 Estimación De Tiempos Para Operaciones De Perforación

El estimado de tiempos para las actividades descritas anteriormente se resume en la Tabla 3-53. Los tiempos reportados corresponden a días calendario.

Tabla 3-53 Estimación de tiempos para las actividades de perforación

ACTIVIDAD	DURACIÓN
Movilización del equipo y maquinaria	20 días
Perforación	30 días
Completamiento	10 días
Pruebas cortas	60 días

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.17 Personal Requerido

A continuación, en la Tabla 3-54 se lista el personal requerido para las actividades de perforación.

Tabla 3-54 Personal requerido para actividades de perforación

ACTIVIDAD	CARGO	TOTAL	POR TURNO
PERFORACIÓN	Company Man	1	1
	Asistente de Co. Man	2	1
	ToolPusher	2	1
	Tower Pusher	2	1
	Perforador (Driller)	4	1
	Encuellador	4	1
	Cuñeros	12	3
	Electricista	2	1
	Mecánico	2	1
	Bodeguero	2	1
	Enfermero / Coordinador HSE	2	1
	IT-Comunicaciones	1	1
	Obreros de patio	12	6
	Aceitero	3	1
	Soldador	2	1
FLUIDO DE PERFORACIÓN	Ingenieros de lodos	2	1
	TFM	1	1
PERFORACIÓN DIRECCIONAL	Ingeniero direccional	2	1
	Ingeniero MWD	2	1
CONTROL DE SÓLIDOS	Supervisor	2	1
	Técnico de centrífugas	2	1
	Obreros	4	2
REGISTROS DE POZO	Jefe de geología (WellSite)	1	1
	Ingeniero MudLogging	2	2
	Geólogos	2	2
CEMENTACIÓN	Ingeniero	1	1
	Técnicos de cementación	3	3
REGISTROS	Ingeniero	1	1
	Técnicos de registros	3	3
REVESTIMIENTO	Ingeniero	1	1
	Ayudantes de revestimiento	2	2
AMBIENTAL	Ingeniero Ambiental	2	1
	Obreros de patio	4	2
TOTAL		90	49

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.18 Caracterización de Ruido, Luz y Emisiones Atmosféricas

Para la emisión de ruido se tienen tres niveles principales que se describen a continuación, ver **Tabla 3-55**. Todas las distancias mencionadas se toman a partir del pozo como punto de referencia o punto cero. Debido a estas mediciones, todo el personal que se encuentre al interior de la zona operativa debe usar elementos de protección auditiva.

Tabla 3-55 Niveles de presión de ruido en la plataforma de perforación

ÁREA	UBICACIÓN	NIVEL DE RUIDO
------	-----------	----------------

ÁREA	UBICACIÓN	NIVEL DE RUIDO
Mesa de perforación Generadores Bombas de Lodo Tanques de Lodo	50 m	100 dB Alto
Compañías servicios técnicos Control de sólidos Casetas auxiliares	80 m	75 dB Medio
Bodegas Casino Lavandería Campamento	100 m	65 dB Bajo

Fuente: FEEL Consulting, 2019

El área de mayor generación de ruido, dentro del área operativa, se debe a los trabajos en la mesa de perforación y en generadores eléctricos.

Las emisiones de luz están determinadas por la torre de perforación que se eleva 120 ft (37 m) sobre la mesa rotaria 30 ft (9 m), para un total de 150 ft (46 m), con iluminación en toda su extensión para poder realizar actividades de forma segura durante la noche. Si bien las luces están enfocadas hacia el interior de la locación, las emisiones lumínicas son visibles a la distancia en zonas aisladas y despejadas. En la **Figura 3-92** se muestra un ejemplo de la emisión de luz generada por un taladro durante la noche.

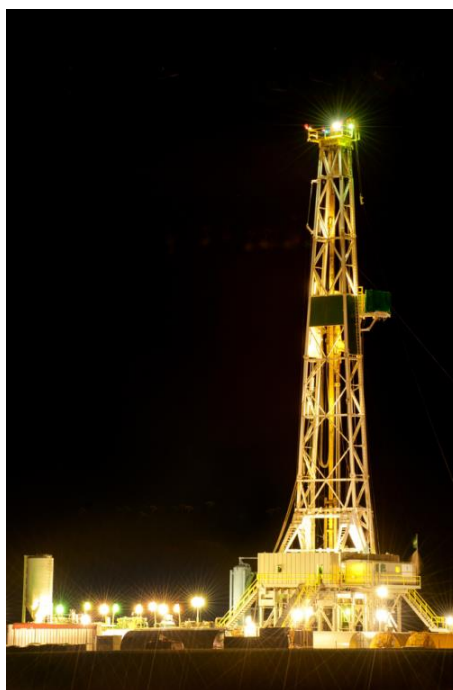


Figura 3-92 Ejemplo de iluminación de taladro de perforación en la noche

Fuente: FEEL Consulting, 2019

La generación de emisiones a la atmósfera se da por los gases de combustión de los motores que se tengan trabajando durante la operación de perforación. En la **Tabla 3-56** a continuación, se resumen los equipos presentes junto con los consumos estimados de combustible.

Tabla 3-56 Equipos generadores de emisiones atmosféricas durante perforación

EQUIPO	CONSUMO
Generador rig	80 gal/h
Generador campamento	15 gal/h
Generador control de sólidos	20 gal/h
Retroexcavadora*	3 gal/h
Montacargas	2 gal/h
Volquetas (x4) *	1.5 gal/h

*Equipos que no estarán presentes durante la etapa de pruebas cortas

Fuente: FEEL Consulting, 2019

3.18.1 Costos del Proyecto

El costo del proyecto estimado para el primer pozo perforar en el APE COR-15, tendrá un costo total aproximado de \$ 18.000'000.000 de pesos. Este presupuesto se distribuye a lo largo del tiempo contemplado para el desarrollo del proyecto, como se contempla en la Tabla 3-57.

La continuidad de la actividad exploratoria dependerá de los resultados del primer prospecto, si los resultados son positivos se procederá a definir y perforar nuevos pozos adicionales.

Tabla 3-57 Costo total por cada pozo desarrollado en el Área de Perforación Exploratoria COR-15

ÍTEM	CONCEPTO	VALOR EN PESOS (\$)
1	Constitución de servidumbres	\$ 200.000.000
2	Construcción de Vía y Locación / Tea	\$ 1.600.000.000
3	Alquiler de Equipos	\$ 600.000.000
4	Servicios Taladro de Perforación y Movilización	\$ 6.000.000.000
5	Materiales e Insumos	\$ 3.000.000.000
6	Servicios Técnicos y Consultoría	\$ 2.000.000.000
7	Servicios Manejo de Desechos y Residuos Pozos	\$ 600.000.000
7	Transporte de Equipos, Materiales y Fluidos	\$ 600.000.000
8	Abandono y Restauración Ambiental	\$ 600.000.000
9	Impuestos y Administración	\$ 2.800.000.000

ÍTEM	CONCEPTO	VALOR EN PESOS (\$)
	COSTO TOTAL DE LA PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE UN POZO	\$ 18.000.000.000,00

FUENTE: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

3.18.2 Cronograma del proyecto

Se estima que el proyecto de perforación de un pozo tendrá una duración aproximada de cinco (5) a seis (6) meses hasta la etapa de completamiento y pruebas cortas del Pozo Exploratorio, distribuidos como se indica en la **Tabla 3-58**. En caso de pruebas negativas se procederá a la instalación de tapones, placa de abandono, desarme y desmovilización de los equipos de perforación para luego proceder al desmantelamiento de la plataforma, la limpieza y la restauración ambiental del área intervenida. En caso de pruebas positivas de petróleo se contempla la realización de pruebas extensas de producción para las cuales se hará la ampliación de las plataformas, la instalación de las facilidades de producción con la infraestructura de equipos y logística – tres (3) meses, y las operaciones de producción y cierres del pozo que se estima durarán seis (6) meses a un (1) año por cada pozo.

Tabla 3-58 Cronograma de actividades en el Área de Perforación Exploratoria COR-15

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES n			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
Diseño, localización																																
Información y Comunicación a comunidades, autoridades y demás partes interesadas.																																
Convocatoria Servicio Público de empleo Contratación e Inducción de Personal - MONC/MOC Regional																																
Construcción y/o Adecuación Vía de Acceso																																
Construcción y Adecuación de Obras hidráulicas - Ocupación de Cauces																																
Construcción de la Plataforma de Perforación																																
Conformación de ZODMES																																
Aprovechamiento de agua para uso doméstico e industrial																																
Movilización y Armado de Equipo de Perforación																																
Perforación y Registros / Muestras del Pozo EX																																
Montaje Equipos - Completamiento y Prueba del Pozo																																
Construcción de Líneas de Flujo																																
Prueba Hidrostática																																
Transporte de Hidrocarburos																																
Montaje de Infraestructura (3 Meses) y Operación de Pruebas Extensas de Producción (6 - 12 meses)																																
Tapones de Cemento, Desarme Equipo y Desmovilización																																
Desmantelamiento - Limpieza y Restauración Ambiental																																

Fuente: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

3.18.3 Organización del proyecto

Para el desarrollo del proyecto APE COR-15, MAUREL & PROM COLOMBIA B.V. de acuerdo con su Sistema de Gestión Integral cuenta con la estructura presentada en la **Figura 3-93** para atender las diferentes etapas del proyecto.

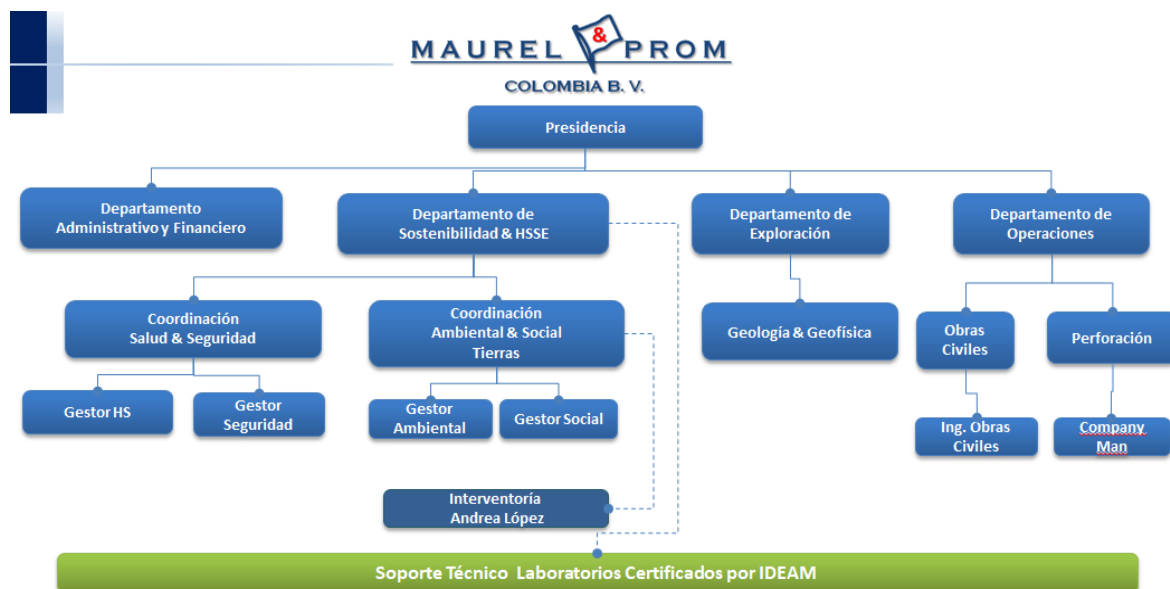


Figura 3-93 Estructura para el desarrollo del proyecto APE COR-15

Fuente: MAUREL & PROM COLOMBIA B.V., 2019

- **Sistema Gerencial de Gestión Ambiental**

Dentro del Sistema de Gestión Integral de Maurel & Prom Colombia se cuenta con la Política de Gestión Integral para la cual las dimensiones ambiental y social de sus actividades son de gran importancia y preeminencia, por lo cual cuenta con un departamento específico denominado de Sostenibilidad y HSSE, en el cual los diferentes integrantes brindan el soporte técnico y adelantan la gestión conforme a las funciones definidas en el sistema:

REPOSABLE	FUNCIONES
Presidente	• Promover el cumplimiento de las políticas del sistema integral de gestión, con respeto a los territorios donde se realizan las actividades, las operaciones que se adelantan, los insumos que se emplean, las comunidades y demás partes interesadas y el entorno. • Realizar inspecciones gerenciales periódicas para verificar el cumplimiento de los objetivos y directrices de la compañía en materia social y ambiental. • Verificar el cumplimiento de las metas propuestas para las actividades de la compañía, las operaciones y los compromisos de orden legal, social y ambiental.
Gerente de Sostenibilidad y HSSE	• Promover el desarrollo activo de todas las áreas de la empresa y de sus principales partes interesadas en el cumplimiento de la Política Ambiental y de Responsabilidad Social de M&P COL. • Promover el cumplimiento de las políticas ambiental y de

REPOSABLE	FUNCIONES
	responsabilidad social. - Realizar la planeación de las operaciones desde la perspectiva de la sostenibilidad, la salud y la seguridad en el trabajo, la inclusión y el valor compartido. - Realizar evaluaciones gerenciales al sistema de gestión integral y a los procedimientos del área de sostenibilidad y HSSE en las diferentes actividades de la compañía.
Coordinación Ambiental, Social & Tierras	- Proponer la política ambiental y de responsabilidad social. - Diseñar los procesos y procedimientos de gestión social y ambiental de la compañía, en armonía con la legislación colombiana y con las políticas corporativas en materia de responsabilidad social y ambiental. - Coordinar los procesos socio ambientales definidos por M&P Colombia en las operaciones de exploración y producción de hidrocarburos. - Supervisar la implementación de los procedimientos y procesos de gestión ambiental definidos para la empresa en materia de ciclo de vida, ahorro y uso eficiente de los recursos, evaluación de impactos y evaluación de las medidas de manejo implementadas, resultados alcanzados y generación de reportes. - Supervisar los procesos de vinculación del personal para las distintas actividades y proyectos en los bloques E&P COR-15 y Muisca, conforme a las condiciones existentes para el sector hidrocarburos establecidas por el Ministerio de Trabajo y el Servicio Público de Empleo. - Generar los reportes de gestión y resultados.
Gestor Ambiental	- Realizará la presentación y divulgación de los proyectos de los bloques E&P desde la perspectiva informativa ambiental a las partes interesadas. - Recibirá, atenderá y/o direccionará a M&P, las inquietudes, preguntas, quejas y/o reclamos (IPQR's) de las partes interesadas en los bloques E&P. - Implementará los programas de gestión ambiental definidos tanto a nivel corporativo como dentro de las licencias ambientales y planes de manejo ambiental específico de cada proyecto o actividad de los bloques E&P - Realizar las acciones necesarias para asegurar el desarrollo de campañas educativas, procesos de sensibilización y formación ambiental, dirigidas al personal de los proyectos, contratistas subcontratistas, población del área de influencia de los proyectos. - Monitorear la eficiencia y eficacia de los programas y proyectos de M&P Colombia, realizando los correspondientes reportes y allegando los soportes de los resultados.
Gestor Social	- Realizará la presentación y divulgación de los proyectos de los bloques E&P desde la perspectiva informativa, de consulta, concertación, cogestión y autogestión a las partes interesadas. - Recibirá, atenderá y/o direccionará a M&P, las inquietudes, preguntas, quejas y/o reclamos (IPQR's) de las partes interesadas en los bloques E&P. - Efectuará el seguimiento y control de las IPQR's, con el propósito de

REPOSABLE	FUNCIONES
	asegurar su atención oportuna y conforme a las directrices de M&P Colombia. • Implementará los programas de gestión social definidos tanto a nivel corporativo como dentro de las licencias ambientales y planes de manejo ambiental específico de cada proyecto o actividad de los bloques E&P • Monitorear la eficiencia y eficacia de los programas y proyectos de M&P Colombia, realizando los correspondientes reportes y allegando los soportes de los resultados.
Gestor de Tierras	• Verificar el cumplimiento de las directrices de la compañía en materia de gestión inmobiliaria, relacionamiento con propietarios y compromisos adquiridos. • Recibirá, atenderá y/o direccionará a M&P, las inquietudes, preguntas, quejas y/o reclamos (IPQR's) de las partes interesadas en los bloques E&P en materia de gestión inmobiliaria
Interventoría Ambiental y Social	• Verificará el cumplimiento de la legislación colombiana, las disposiciones de las licencias ambientales, permisos y autorizaciones otorgadas a las actividades de E&P por parte de M&P COLOMBIA, sus equipos y contratistas. • Generar los reportes para las autoridades ambientales, la gerencia de Maurel & Prom Colombia y demás partes interesadas.