

## CONTENIDO

<b>2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
2.1	LOCALIZACIÓN.....	1
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	14
2.2.1	Etapas y cronograma general del proyecto.....	17
2.2.2	Cronograma de Actividades EIA APE BERILO LLA-38 .....	19
2.2.3	Costos del proyecto de exploración.....	22
2.2.4	Estructura organizacional .....	22
2.2.4.1	Sistema gerencial de gestión socio-ambiental .....	24
2.2.4.2	Política de Responsabilidad Integral de Calidad, Gestión Social, Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, y Seguridad de Ecopetrol S.A. ....	25
2.2.5	Infraestructura existente .....	25
2.2.5.1	Vías e infraestructura asociada .....	25
2.2.5.1.1	Vías y rutas de acceso al APE BERILO LLA-38 .....	26
2.2.5.1.2	Vías existentes en el APE BERILO LLA-38 .....	29
2.2.5.2	Actividad petrolera .....	106
2.2.5.2.1	Pozos perforados.....	107
2.2.5.2.2	Ductos e Infraestructura de Transporte Existente .....	107
2.3	ACTIVIDADES A DESARROLLAR.....	110
2.3.1	Vías de acceso al área, localizaciones e instalaciones de apoyo .....	113
2.3.1.1	Vías de acceso .....	113
2.3.1.1.1	Especificaciones técnicas .....	120
2.3.1.2	Métodos constructivos e instalaciones de apoyo .....	122
2.3.1.2.1	Localización y replanteo .....	122
2.3.1.2.2	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para la construcción .....	123
2.3.1.2.3	Instalación y operación de campamentos para obras civiles .....	124
2.3.1.2.4	Remoción de cobertura vegetal y descapote .....	125
2.3.1.2.5	Excavación, cortes y rellenos .....	126
2.3.1.2.6	Extracción de material de Zonas de préstamo lateral .....	127
2.3.1.2.7	Conformación de superficie de rodadura.....	129
2.3.1.2.8	Mejoramiento de la superficie de rodadura .....	131
2.3.1.2.9	Manejo uso de las vías y señalización vial .....	132
2.3.1.2.10	Construcción de las obras de drenaje y estructuras en concreto .....	135
2.3.1.2.11	Construcción de obras para cruces de drenajes .....	138
2.3.1.3	Instalaciones de apoyo para la construcción de vías .....	138
2.3.1.3.1	Adecuación de las ZODME .....	138

2.3.1.3.2	Proceso constructivo.....	141
2.3.1.3.3	Zona de acopio temporal de materiales de construcción .....	143
2.3.1.3.1	Construcción de obras geotécnicas y ambientales .....	146
2.3.2	Localizaciones .....	147
2.3.2.2	Plataforma Multipozos .....	149
2.3.2.2.1	Elementos de la plataforma multipozo.....	149
2.3.2.3	Métodos constructivos .....	151
2.3.2.3.1	Conformación de las superficies y rasantes .....	152
2.3.2.4	Construcción de obras de drenaje y estructuras en concreto al interior de la localización .....	154
2.3.2.4.1	Placas de concreto .....	154
2.3.2.4.2	Sistema para el manejo de las aguas lluvias .....	154
2.3.2.4.3	Sistema para el manejo de las aguas aceitosas .....	159
2.3.2.5	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación .....	161
2.3.2.6	Instalaciones de apoyo para la construcción de localizaciones .....	166
2.3.2.6.1	Manejo de aguas residuales con tanques de almacenamiento temporal (tanques australianos). .....	166
2.3.2.6.2	Almacenamiento de químicos.....	166
2.3.2.6.3	Áreas de combustible .....	167
2.3.2.6.4	Campamentos.....	168
2.3.2.6.5	Área de almacenamiento de residuos .....	169
2.3.2.6.6	Caseta de celaduría.....	170
2.3.2.6.7	Zona de acopio temporal de la capa vegetal dentro de la localización .....	171
2.3.2.6.8	Área de préstamo lateral dentro de la localización.....	171
2.3.2.6.9	Zona de acopio del material de construcción .....	171
2.3.2.6.10	Zona de disposición de material sobrante de excavación (ZODME Localizado y Centralizado).....	172
2.3.2.6.11	Zona para probable incineración temporal del gas .....	173
2.3.2.6.12	Adecuación de ZODAR.....	174
2.3.2.6.13	Helipuertos .....	183
2.3.2.6.14	Transporte Heliportado .....	187
2.3.2.6.15	Zona de parqueaderos de vehículos .....	188
2.3.2.7	Evaporación mecánica.....	189
2.3.2.7.1	Descripción del proceso de Evaporación Mecánica: .....	189
2.3.2.7.2	Diseño del sistema.....	191
2.3.2.7.3	Infraestructura requerida .....	192
2.3.2.7.4	Aspectos ambientales.....	193

---

2.3.2.8	Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra.....	195
2.3.2.9	Uso, aprovechamiento y demanda de los recursos naturales vías .....	196
2.3.2.9.1	Captación de agua superficial .....	207
2.3.2.9.2	Infraestructura existente para acceso a los Vertimientos.....	211
2.3.2.4	Perforación de pozos .....	211
2.3.2.4.1	Equipos, maquinaria, procesos y sistemas para perforación .....	212
2.3.2.4.2	Procesos de perforación .....	215
2.3.2.4.3	Requerimientos de insumos y fuentes de energía .....	228
2.3.2.4.4	Clasificación, origen, manejo, tratamiento y disposición final de residuos.....	232
2.3.2.5	Humedecimiento en vías .....	236
2.3.2.5.1	Corredores viales en el área de perforación exploratoria APE BERILO LLA-38 solicitados para realizar humedecimiento en vías .....	236
2.3.2.5.2	Tipo de carrotanques destinados al humedecimiento de las vías:.....	236
2.3.2.6	Instalación y operación de líneas de flujo.....	247
2.3.2.6.1	Alternativa de trazado, posibles accesos y cruces fluviales.....	248
2.3.2.6.2	Especificaciones técnicas .....	248
2.3.2.6.3	Métodos constructivos .....	251
2.3.2.7	Inyección de aguas residuales industriales tratadas .....	261
2.3.2.7.1	Sistema de manejo de las aguas producidas .....	262
2.3.2.7.2	Sistema de Reinyección .....	263
2.3.2.7.3	Generalidades para las Facilidades de Reinyección.....	263
2.3.2.8	Transporte heliportado.....	264
2.3.3	Abandono y restauración final .....	266
2.3.3.1	Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipo .....	266
2.3.3.1.1	Disposición de lodos y cortes de perforación .....	266
2.3.3.1.2	Disposición, procedimientos, materiales e insumos requeridos para la clausura de las piscinas .....	267
2.3.3.1.3	Criterios, procedimientos de manejo, abandono y recuperación .....	267
2.3.3.1.4	Desmantelamiento de instalaciones y limpieza final de áreas .....	268
2.3.3.2	Limpieza del Área .....	268
2.3.3.3	Reconformación del terreno .....	269
2.3.3.3.1	Limpieza final de las áreas ocupadas.....	269
2.3.3.4	Recuperación Ambiental.....	270
2.3.3.5	Cierre de compromisos sociales en el área.....	270

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1	Coordenadas del APE BERILO LLA-38 .....	3
Tabla 2-2	Ubicación departamental, municipal y veredal del APE Berilo Lla-38 .....	12
Tabla 2-3	Resumen de actividades a Licenciar para el APE BERILO LLA-38 .....	14
Tabla 2-4	Etapas y actividades de ejecución del proyecto APE BERILO LLA-38 .....	18
Tabla 2-5	Cronograma de ejecución de la obra civil y perforación del pozo por localización .....	20
Tabla 2-6	Presupuesto estimado del proyecto de perforación exploratoria .....	22
Tabla 2-7	Clasificación INVIAS de las Carreteras según su Funcionalidad.....	26
Tabla 2-8	Clasificación IGAC de las Carreteras según Cartografía Básica de Colombia.....	26
Tabla 2-9	Descripción de las Vías Existentes en el APE BERILO LLA-38 .....	31
Tabla 2-10	Descripción Vía 1 (Accesos al APE BERILO LLA-38) .....	36
Tabla 2-11	Descripción Vía 2 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	38
Tabla 2-12	Infraestructura en la Vía 2 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	41
Tabla 2-13	Descripción Vía 3 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	43
Tabla 2-14	Infraestructura en la Vía 3 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	46
Tabla 2-15	Descripción Vía 3-1 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38) .....	47
Tabla 2-16	Infraestructura en la Vía 3-1 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38) .....	50
Tabla 2-17	Descripción Vía 3-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	51
Tabla 2-18	Infraestructura en la Vía 3-2 (Acceso del APE BERILO LLA-38).....	53
Tabla 2-19	Descripción Vía 3-3 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	54
Tabla 2-20	Infraestructura en la Vía 3-3 (Acceso del APE BERILO LLA-38).....	56
Tabla 2-21	Descripción Vía 3-4 (Acceso del APE BERILO LLA-38) .....	57
Tabla 2-22	Infraestructura en la Vía 3-4 (Acceso del APE BERILO LLA-38).....	60
Tabla 2-23	Descripción Vía 3-5 (Acceso del APE BERILO LLA-38) .....	62
Tabla 2-24	Infraestructura en la Vía 3-5 (Acceso del APE BERILO LLA-38).....	65
Tabla 2-25	Descripción Vía 4 (Acceso del APE BERILO LL-38).....	67
Tabla 2-26	Infraestructura en la Vía 4 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	70
Tabla 2-27	Descripción Vía 5 (Acceso del APE Berilo LLA-38) .....	71
Tabla 2-28	Infraestructura en la Vía 5 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	74
Tabla 2-29	Descripción Vía 6 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38).....	76
Tabla 2-30	Infraestructura en la Vía 6 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38) .....	79
Tabla 2-31	Descripción Vía 6-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	80
Tabla 2-32	Infraestructura en la Vía 6-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38).....	83
Tabla 2-33	Descripción Vía 6-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	84

Tabla 2-34	Infraestructura en la Vía 6-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38).....	87
Tabla 2-35	Descripción Vía 7 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38) .....	88
Tabla 2-36	Infraestructura en la Vía-7 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38) .....	89
Tabla 2-37	Descripción Vía 8 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	90
Tabla 2-38	Infraestructura en la Vía 8 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	91
Tabla 2-39	Descripción Vía 9 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	92
Tabla 2-40	Infraestructura en la Vía 9 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	93
Tabla 2-41	Descripción Vía 9-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	94
Tabla 2-42	Infraestructura en la Vía 9-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38).....	95
Tabla 2-43	Descripción Vía-10 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	96
Tabla 2-44	Infraestructura en la Vía 10 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	97
Tabla 2-45	Descripción Vía 10-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	98
Tabla 2-46	Infraestructura en la Vía 10-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38).....	99
Tabla 2-47	Descripción Vía 11 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	100
Tabla 2-48	Infraestructura en la Vía 11 (Accesos del APE BERILO LLA-38).....	101
Tabla 2-49	Descripción Vía 12 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	102
Tabla 2-50	Descripción Vía 13 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38).....	103
Tabla 2-51	Infraestructura en la Vía 13 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38) .....	104
Tabla 2-52	Descripción Vía 14 (Accesos del APE BERILO LLA-38) .....	105
Tabla 2-53	Bloques ANH adyacentes al Bloque Llanos-38.....	106
Tabla 2-54	Especificaciones del Oleoducto Caño Limón Coveñas.....	107
Tabla 2-55	Kilómetros de corredores viles objeto de mantenimiento, adecuación o construcción al interior de AID del proyecto.....	114
Tabla 2-56	Especificaciones técnicas vías para el desarrollo del APE BERILO LLA-38.....	120
Tabla 2-57	Especificaciones del Préstamo Lateral .....	128
Tabla 2-58	Fuentes de materiales con título minero y licencia ambiental vigente para el desarrollo del proyecto .....	145
Tabla 2-59	Distribución de las Áreas Internas de una localización .....	148
Tabla 2-60	Dosis de electroquímico .....	153
Tabla 2-61	Composición típica de un lodo base agua dulce – Bentonita .....	164
Tabla 2-62	Materiales a utilizar.....	167
Tabla 2-63	Número de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR) mediante campos de aspersión en el área de perforación exploratoria BERILO LLA-38.....	175
Tabla 2-64	Actitud de las unidades cartográficas de suelos para la implementación de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR).....	176
Tabla 2-65	ZODAR tipo para cada unidad cartográfica de los suelos para vertimiento ....	177

Tabla 2-66	Parámetros de los sistemas de riego para las ZODAR centralizadas .....	181
Tabla 2-67	Anchura de las calles de rodaje en tierra para helicópteros (si el caso lo requiere) .....	185
Tabla 2-68	Condiciones termodinámicas del proceso de Evaporación Mecánica 1200 bwpd .....	194
Tabla 2-69	Estimativos de personal para las obras civiles.....	195
Tabla 2-70	Estimativos maquinaria y equipos para el APE LLANOS 8 .....	196
Tabla 2-71	Demanda del recurso hídrico .....	196
Tabla 2-72	Disposición de las ART en el recurso hídrico.....	196
Tabla 2-73	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales....	197
Tabla 2-74	Franjas de captación APE Berilo Llanos 38 .....	197
Tabla 2-75	Franjas de vertimiento APE Berilo Llanos 38.....	199
Tabla 2-76	Sitios de vertimiento en suelo y caudales .....	199
Tabla 2-77	Tramo de la Ocupación de Cauce Tipo1.....	201
Tabla 2-78	Tramo de la Ocupación de Cauce Tipo 2.....	202
Tabla 2-79	Tramo de la ocupación de cauce Tipo3 .....	203
Tabla 2-80	Volumen de aprovechamiento forestal solicitado para fustales .....	205
Tabla 2-81	Accesos a las fuentes solicitadas de la captación del agua superficial .....	208
Tabla 2-82	Equipos principales para el proceso de perforación .....	214
Tabla 2-83	Insumos principales para perforación y procesos asociados.....	228
Tabla 2-84	Volúmenes estimados de combustible a utilizar en la perforación de un pozo .....	229
Tabla 2-85	Personal estimado para las actividades asociadas a la perforación de un pozo .....	231
Tabla 2-86	Clasificación, separación en la fuente y manejo y disposición de residuos.....	233
Tabla 2-87	Clasificación, origen, manejo y disposición de Residuos Líquidos .....	235
Tabla 2-88	Actividad de Humedecimiento en Vías con ART Domestico y/o Industrial .....	236
Tabla 2-89	Capacidad de los Carro-tanques Destinados a la Humedecimiento de las Vías.....	237
Tabla 2-90	Equipos principales para pruebas de producción .....	240
Tabla 2-91	Residuos generados durante pruebas de producción .....	241
Tabla 2-92	Distribución aproximada para una FTP .....	243
Tabla 2-93	Principales equipos de una FTP .....	244
Tabla 2-94	Especificaciones generales para líneas de flujo proyectadas.....	249
Tabla 2-95	Señalización para construcción de líneas de flujo .....	251
Tabla 2-96	Volumen de agua a utilizar en la prueba hidrostática .....	256
Tabla 2-97	Personal requerido estimado para la construcción de líneas de flujo.....	260

---

Tabla 2-98	Estimativos de maquinaria, equipo y herramientas para el montaje de las líneas de flujo.....	260
Tabla 2-99	Criterios de desmantelamiento para pozos .....	267

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Localización general del APE BERILO LLA-38.....	1
Figura 2-2	Ubicación del APE BERILO LLA-38 en el Bloque Llanos 38 .....	2
Figura 2-3	Ubicación del APE BERILO LLA-38 con respecto a los límites veredales .....	13
Figura 2-4	Organigrama General de Ecopetrol S.A.....	23
Figura 2-5	Organigrama de la Vicepresidencia de Exploración de Ecopetrol S.A. ....	23
Figura 2-6	Sistema gerencial de gestión socio ambiental .....	24
Figura 2-7	Alternativas terrestres de accesibilidad al (APE) BERILO LL-38.....	27
Figura 2-8	Localización vías de acceso existentes en el APE BERILO LLA-38 .....	30
Figura 2-9	Clasificación IGAC y descripción de vías de acceso en el APE BERILO LLA-38 .....	35
Figura 2-10	Vía 1 hacia el APE BERILO LLA-38.....	36
Figura 2-11	Vía 2 del APE BERILO LLA-38 .....	38
Figura 2-12	Vía-3 del APE BERILO LLA-38 .....	43
Figura 2-13	Vía 3-1 del APE BERILO LLA-38 .....	47
Figura 2-14	Vía 3-2 del APE BERILO LLA-38 .....	51
Figura 2-15	Vía 3-3 del APE BERILO LLA-38 .....	54
Figura 2-16	Vía 3-4 del APE BERILO LLA-38 .....	57
Figura 2-17	Vía 3-5 del APE BERILO LLA-38 .....	62
Figura 2-18	Vía 4 del APE BERILO LLA-38 .....	67
Figura 2-19	Vía 5 del APE BERILO LLA-38 .....	71
Figura 2-20	Vía 6 del APE BERILO LLA-38 .....	76
Figura 2-21	Vía 6-1 del APE BERILO LLA-38 .....	80
Figura 2-22	Vía 6-2 del APE BERILO LLA-38 .....	84
Figura 2-23	Vía 7 del APE BERILO LLA-38 .....	88
Figura 2-24	Vía 8 del APE BERILO LLA-38 .....	90
Figura 2-25	Vía 9 del APE BERILO LLA-38 .....	92
Figura 2-26	Vía 9-1 del APE BERILO LLA-38 .....	94
Figura 2-27	Vía 10 del APE BERILO LLA-38 .....	96
Figura 2-28	Vía 10-1 del APE BERILO LLA-38 .....	98
Figura 2-29	Vía 11 del APE BERILO LLA-38 .....	100
Figura 2-30	Vía 12 del APE BERILO LLA-38 .....	102
Figura 2-31	Vía 13 del APE BERILO LLA-38 .....	103
Figura 2-32	Vía 14 del APE BERILO LLA-38 .....	105
Figura 2-33	Ubicación Bloque Llanos 38 y bloques ANH adyacentes .....	106
Figura 2-34	Trazado del oleoducto .....	107

Figura 2-35	APE BERILO LLA-38 - Oleoducto Caño Limón - Coveñas.....	109
Figura 2-36	Vías objeto de adecuación APE BERILO LLA-38.....	116
Figura 2-37	Vías objeto de construcción APE BERILO LLA-38.....	117
Figura 2-38	Esquema del Tipo de Vías Existentes en el APE BERILO LLA-38.....	118
Figura 2-39	Esquema tipo de la construcción de un nuevo corredor vial.....	119
Figura 2-40	Diseño tipo de la bahía de sobrepaso.....	121
Figura 2-41	Esquema típico de un derecho de vía.....	122
Figura 2-42	Tipo de disposición de vehículos a trasladar en zona rural.....	123
Figura 2-43	Tipo de disposición de vehículos a trasladar en zona urbana.....	123
Figura 2-44	Acopio temporal de capa vegetal.....	126
Figura 2-45	Esquema de la zona de préstamo lateral.....	128
Figura 2-46	Esquema en planta de las zonas de préstamo lateral adyacentes a las vías de acceso.....	128
Figura 2-47	Tipo de señalización preventiva.....	133
Figura 2-48	Tipo de señalización informativa.....	134
Figura 2-49	Tipo de señalización reglamentaria.....	134
Figura 2-50	Tipo de señalización ambiental.....	135
Figura 2-51	Tipo de la obra de drenaje – subdrenaje.....	136
Figura 2-52	Cunetas en tierra, sacos tierra cemento, concreto o prefabricados y geodrenes.....	136
Figura 2-53	Tipo de la Obra de Drenaje – Descole.....	137
Figura 2-54	Alcantarilla sencilla típica.....	137
Figura 2-55	Box Culvert típico.....	137
Figura 2-56	Esquema típico de un puente en tubería.....	138
Figura 2-57	Esquema típico de la disposición temporal del material sobrante de excavación a ambos lados de la vía.....	139
Figura 2-58	Detalle típico Filtros con geotextil drenante.....	141
Figura 2-59	Esquema típico de la disposición del material sobrante de excavación.....	143
Figura 2-60	Zona de acopio temporal de materiales de construcción.....	144
Figura 2-61	Detalles típicos Trinchos en taludes.....	146
Figura 2-62	Distribución tipo de una localización.....	148
Figura 2-63	Diseño típico contrapozo - Isométrico.....	150
Figura 2-64	Detalle típico de desarenador portátil en lámina.....	158
Figura 2-65	Detalle típico de piscinas.....	165
Figura 2-66	Tipo de tea vertical sobre dique, soporte metálico y altura propuesta.....	173
Figura 2-67	Tipo de tea vertical en superficie.....	174

Figura 2-68	Sistema de riego tipo para las unidades cartográficas de suelo consociaciones El Letrero (ELa), Casanare Alto (CAa) y Caño del Medio (CMa).....	178
Figura 2-69	Sistema de riego tipo para la unidad cartográfica de suelo Complejo Aguas Claras (ACa).....	179
Figura 2-70	Sistema de riego tipo para la unidad cartográfica de suelos Complejo Los Iguanitos (LIa).....	180
Figura 2-71	Distribución típica de la zona de aterrizaje.....	183
Figura 2-72	Distribución típica de las áreas de conformación de un helipuerto.....	186
Figura 2-73	Cono de Viento Típico.....	186
Figura 2-74	Curvas de equilibrio (P,T) para hidrocarburos (C>6).....	190
Figura 2-75	Tasa de evaporación mecánica del agua a diferentes condiciones de humedad relativa (% déficit) y temperatura (°F).....	191
Figura 2-76	Diseño conceptual del área de evaporación mecánica.....	192
Figura 2-77	Ejemplo de diseño típico para pozo de abastecimiento de agua.....	198
Figura 2-78	Diseño mecánico tipo, para un pozo inyector.....	200
Figura 2-79	Sitios Solicitados para Captación del APE BERILO LLA-38.....	207
Figura 2-80	Sitios Solicitados para Vertimiento del APE BERILO LLA-38.....	211
Figura 2-81	Taladro de perforación convencional.....	213
Figura 2-82	Sistema de levantamiento.....	217
Figura 2-83	Circuito del sistema de circulación.....	218
Figura 2-84	Conjunto de equipos de control de sólidos.....	219
Figura 2-85	Proceso Dewatering.....	220
Figura 2-86	Sistema de control de pozos.....	222
Figura 2-87	Esquema general de bombeo electrosumergible.....	224
Figura 2-88	Esquema tipo sarta de gas lift.....	224
Figura 2-89	Esquema general por bombeo hidráulico.....	225
Figura 2-90	Esquema general por bomba de cavidades progresivas.....	226
Figura 2-91	Esquema bombeo mecánico.....	227
Figura 2-92	Organigrama generalizado para personal de actividades asociadas a la perforación de pozos.....	230
Figura 2-93	Proceso básico en facilidades tempranas de producción.....	245
Figura 2-94	Diagrama de procesos generalizados para una FTP.....	246
Figura 2-95	Esquema Tipo de una Línea de Flujo Enterrada.....	248
Figura 2-96	Esquema típico del cruce línea de flujo mediante puente colgante.....	250
Figura 2-97	Esquema típico de las obras conjuntas al cruce de los cuerpos de agua.....	250
Figura 2-98	Modelo para acopio de tubería.....	252
Figura 2-99	Modelo para tendida de tubería.....	253

---

Figura 2-100	Detalle cruce de carretera secundaria .....	258
Figura 2-101	Detalle cruces especiales .....	258
Figura 2-102	Obras de protección geotécnica y ambiental – Cruces sub-fluviales de corrientes menores .....	259
Figura 2-103	Diseño mecánico tipo, para un pozo disposal .....	263
Figura 2-104	Diagrama del proceso de reinyección de las aguas de producción .....	264

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1	Ruta 1: Centro poblado de Saravena – Vereda Puerto Nariño (Vía 1) en buen estado.....	28
Fotografía 2-2	Ruta 2: Casco urbano de Saravena – Vereda Charo Centro (Vía 3-1) en buen estado.....	28
Fotografía 2-3	Ruta 3: Centro poblado de Saravena – Centro poblado La Esmeralda (Jujua) (Vía 14) – Tramo 1 Centro poblado de Saravena – Centro poblado el Fortul en buen estado.....	29
Fotografía 2-4	Buen estado de la vía entre Saravena y Puerto Nariño.....	37
Fotografía 2-5	Vía en buen estado de transitabilidad, coordenadas 0921904E-1267405N (magna –este).....	39
Fotografía 2-6	Puente en buen estado sobre el Río Banadía, coordenadas 0924719E-1265890N (magna –este).....	39
Fotografía 2-7	Pontón en buen estado sobre el Caño Hormiga, coordenadas 0930642E-1263753N (magna –este).....	40
Fotografía 2-8	Pontón en buen estado sobre el Caño Pajuela, coordenadas 931456E-1263231N (magna –este).....	40
Fotografía 2-9	Vía en buen estado de transitabilidad, coordenadas 0921620E-1267642N (magna –este).....	44
Fotografía 2-10	Box Culvert en buen estado por escorrentía,.....	44
Fotografía 2-11	Puente en buen estado sobre Río Madre Vieja, coordenadas 0922311E-1267985N (magna –este).....	45
Fotografía 2-12	Alcantarillas saturadas en mal estado, coordenadas 0919324E-1271051N (magna –este).....	45
Fotografía 2-13	Buen estado de la vía K11+400,.....	48
Fotografía 2-14	Buen estado del Pontón K11+400,.....	48
Fotografía 2-15	Buen estado de la vía K12+900,.....	49
Fotografía 2-16	Buen estado de la vía K2+100, coordenadas 0921355E- 1270825N (magna –este).....	52
Fotografía 2-17	Buen estado de la vía K2+400,.....	52
Fotografía 2-18	Regular estado de la vía K0+100, coordenadas 0919072E- 1271258N (magna –este).....	55
Fotografía 2-19	Regular estado de la vía K1+000, coordenadas 0919892E- 1271223N (magna –este).....	55
Fotografía 2-20	Buen estado de la vía K0+000, coordenadas 0921244E- 1268097N (magna –este).....	58
Fotografía 2-21	Buen estado del Pontón K1+400, coordenadas 0922608E- 1269168N (magna –este).....	58
Fotografía 2-22	Buen estado de la vía K2+200, coordenadas 0922856E- 1269929N (magna –este).....	59
Fotografía 2-23	Buen estado de la vía K3+900,.....	59

Fotografía 2-24	Buen estado de la vía K0+000, coordenadas 0922856E- 1269929N (magna –este).....	63
Fotografía 2-25	Buen estado de la vía K0+600, coordenadas 0923019E- 1276321N (magna –este).....	63
Fotografía 2-26	Buen estado de la vía K1+800, .....	64
Fotografía 2-27	Mal estado de la vía K8+600, coordenadas 0927708E- 1271368N (magna –este).....	64
Fotografía 2-28	Buen estado de la vía K2+200, coordenadas 0928785E- 1266690N (magna –este).....	68
Fotografía 2-29	Buen estado de la vía K5+750, coordenadas 0931368E- 1267374N (magna –este).....	68
Fotografía 2-30	Cementerio Pueblo Nuevo en el K7+200, coordenadas 0931192E- 1268778N (magna –este).....	69
Fotografía 2-31	Mal estado de la vía K1+800, coordenadas 0927678E- 1267381N (magna –este).....	72
Fotografía 2-32	Regular estado de la vía K3+200, coordenadas 0927587E- 1268324N (magna –este).....	72
Fotografía 2-33	Río Banadía en el K4+600, coordenadas 0928528E- 1269047N (magna –este).....	73
Fotografía 2-34	Río Banadía en el K5+250, coordenadas 0929311E- 1269118N (magna –este).....	73
Fotografía 2-35	Regular estado de la vía K0+000, coordenadas 0933087E- 1262474N (magna –este).....	77
Fotografía 2-36	Regular estado de la vía K1+000, coordenadas 0933225E- 1263555N (magna –este).....	77
Fotografía 2-37	Regular estado de la vía K3+800, .....	78
Fotografía 2-38	Mal estado de la vía K7+200, .....	78
Fotografía 2-39	Regular estado de la vía K2+250, coordenadas 0933235E- 1262874N (magna –este).....	81
Fotografía 2-40	Regular estado de la vía K3+500, coordenadas 0932764E- 1266302N (magna –este).....	81
Fotografía 2-41	Mal estado de la vía K4+200, .....	82
Fotografía 2-42	Regular estado de la vía K5+500, .....	82
Fotografía 2-43	Mal estado de la vía K0+500, coordenadas 0935839E- 1264944N (magna –este).....	85
Fotografía 2-44	Mal estado de la vía K1+850, coordenadas 0934908E- 1266474N (magna –este).....	85
Fotografía 2-45	Pontón Caño Cascarrón buen estado K3+900, coordenadas 0934115E- 1268330N (magna –este).....	86
Fotografía 2-46	Centro Poblado Insp de Pol Pto Lleras K7+100 coordenadas 0931244E- 1269784N (magna –este).....	86
Fotografía 2-47	Vista aérea de las facilidades campo caño limón .....	107

Fotografía 2-48	Punto de inicio del oleoducto: trampa de despacho en facilidades campo caño limón .....	107
Fotografía 2-49	Punto de llegada del oleoducto: estación de recibo Coveñas .....	107
Fotografía 2-50	Localización y replanteo .....	122
Fotografía 2-51	Campamento temporal de obras civiles .....	125
Fotografía 2-52	Corte de material .....	126
Fotografía 2-53	Zonas de préstamo lateral para vías .....	128
Fotografía 2-54	Colocación de base granular .....	130
Fotografía 2-55	Extendido del material de base granular .....	130
Fotografía 2-56	Mezcla de base granular .....	130
Fotografía 2-57	Escarificación del base granular .....	131
Fotografía 2-58	Conformación de base granular .....	131
Fotografía 2-59	Instalación de afirmado .....	132
Fotografía 2-60	Desmonte y descapote .....	140
Fotografía 2-61	Nivelación de la subrasante .....	140
Fotografía 2-62	Revegetalización y empradización de taludes .....	142
Fotografía 2-63	Cellar o Contrapozo típico .....	150
Fotografía 2-64	Área de Generadores típica. ....	151
Fotografía 2-65	Caseta de generadores sobre patines de tubería. ....	151
Fotografía 2-66	Estabilización de un suelo con cemento .....	154
Fotografía 2-67	Placa Concreto .....	155
Fotografía 2-68	Construcción de cunetas .....	155
Fotografía 2-69	Cunetas para en sacos rellenos .....	156
Fotografía 2-70	Cunetas en geomembrana .....	156
Fotografía 2-71	Desarenador convencional en concreto .....	158
Fotografía 2-72	Sistema de barreras permeables para retención de sólidos .....	159
Fotografía 2-73	Cunetas en concreto fundidas in situ para manejo de Aguas aceitosas .....	160
Fotografía 2-74	Equipos ubicados sobre geomembranas con diques .....	160
Fotografía 2-75	Skimmer portátil construido en lámina .....	161
Fotografía 2-76	Tipo de construcción de una piscina de lodos .....	163
Fotografía 2-77	Piscina impermeabilizada con geomembrana.....	166
Fotografía 2-78	Tanques australianos .....	166
Fotografía 2-79	Estructura de auto contenido para contención de combustibles.....	169
Fotografía 2-80	Campamentos para perforación .....	169
Fotografía 2-81	Panorámica de la operación de una evaporación mecánica .....	189
Fotografía 2-82	Estación meteorológica en un área de proceso de evaporación mecánica.....	193

---

Fotografía 2-83	Equipo de mesa rotaria .....	216
Fotografía 2-84	Dique en sacos rellenos para zona de combustibles .....	218
Fotografía 2-85	Humedecimiento de Vías con Carro-tanque .....	237

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ecopetrol S.A.S plantea desarrollar el Área de perforación exploratoria (**APE BERILO**) que se encuentra al interior del bloque denominado Llanos 38, el cual fue adjudicado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en la Ronda 2010 mediante contrato de Exploración y Producción de Hidrocarburos (E&P) para el estudio y ejecución de las actividades propias del proceso de exploración y pruebas de producción de pozos exploratorios, entre otras.

El objetivo del presente capítulo es describir la infraestructura existente y las actividades a desarrollar en el proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos en el área denominada “Área de Perforación Exploratoria Berilo Llanos 38 (**APE BERILO LLA-38**)”, con una extensión aproximadamente de 25.262 hectáreas de Área de influencia directa (AID), donde el área de perforación exploratoria (APE) es de aproximadamente de 19.561,29 hectáreas.

Se contempla la construcción de hasta 10 localizaciones con áreas de hasta 8 Ha cada una, con la posibilidad de ampliación para el área de facilidades tempranas de producción (FTP) de 0.9 Ha, teniendo un área total de hasta 8,9 Ha por localización.

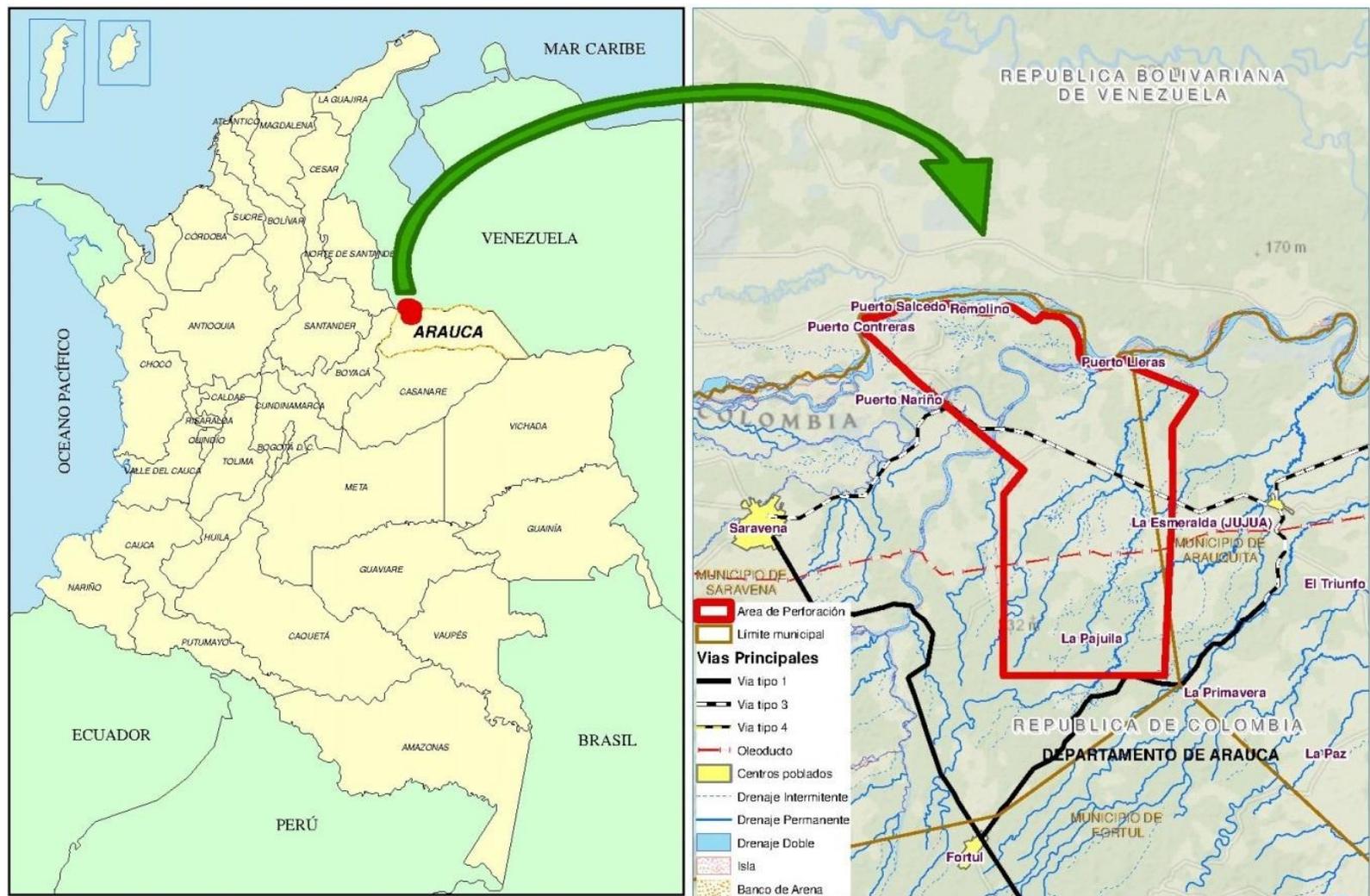
Además se contempla el mantenimiento, adecuación y construcción de la infraestructura vial existente y proyectada en el área, la adecuación de seis áreas adicionales para la ubicación de Zonas de disposición de material sobrante de excavación - ZODME, Zona de disposición de aguas residuales tratadas - ZODAR y Zona de Acopio Temporal del Material de Construcción – *centralizados* (diferentes a las que se encontrarán al interior de las localizaciones), la perforación de pozos, pruebas de producción, la instalación y operación de líneas de flujo, labores de inyección, el desmantelamiento de la infraestructura construida y el abandono de las áreas. Para todas las actividades se propone el uso de fibras naturales y las opciones que causen la menor afectación posible.

A continuación se presentan las diferentes características y especificaciones técnicas de las obras civiles involucradas en la perforación y pruebas de producción de pozos, así como las necesidades de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales derivadas de dichas actividades; la organización del presente capítulo se ajusta a los términos de referencia para los proyectos de perforación exploratoria en el sector hidrocarburos, HI-TER-1-02 del año 2010, expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Dirección de Licencia, Permisos y Trámites Ambientales que a partir del 2012 se denomina Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, teniendo en cuenta la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

### 2.1 LOCALIZACIÓN

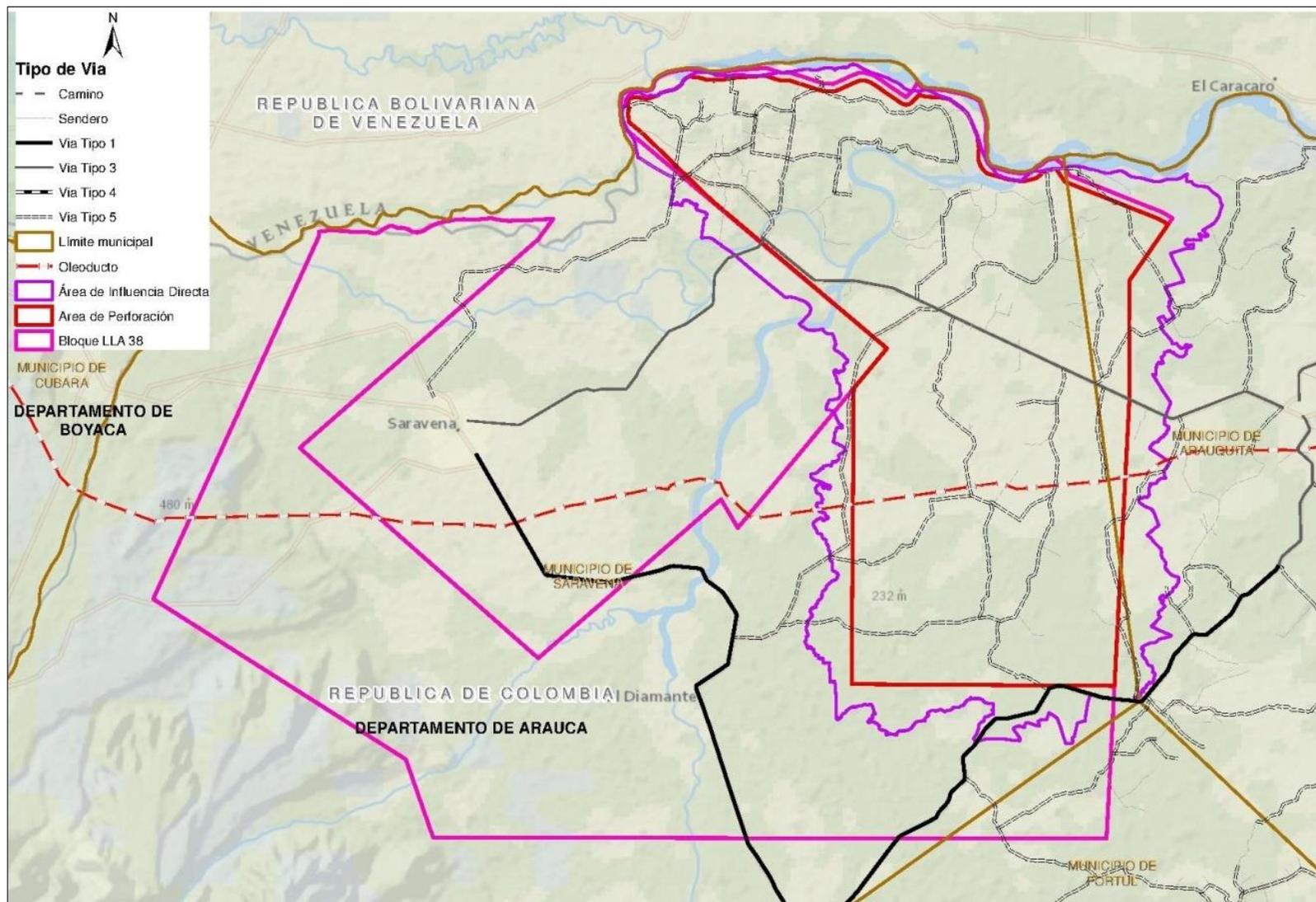
El **APE BERILO LLA-38** se encuentra ubicado en el Departamento de Arauca en jurisdicción de los Municipios Saravena y Arauquita pertenecientes a la cuenca de los llanos orientales en la región oriental de Colombia. En la **Figura 2-2** y en la **Tabla 2-1** se presenta su ubicación, extensión y coordenadas, para el estudio y ejecución de actividades propias de exploración y pruebas de producción de pozos exploratorios, entre otras. La localización general del APE BERILO LLA-38 se presenta en el mapa **CO\_L\_MLO\_20141014\_01** contenido presente estudio.

Ecopetrol S.A. determinó que el 32% del área del Bloque Llanos 38 corresponderá al **APE BERILO LLA-38** objeto del presente estudio; por tanto, se planea enfocar las respectivas actividades de exploración y solicitar la respectiva licencia ambiental. El **APE BERILO LLA-38**, delimitado en el polígono cuya ubicación se presenta en la **Figura 2-2** y cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 2-1**, abarca una extensión aproximada de 19.561,29 hectáreas, comprendidas por los municipios de Arauquita y Saravena.



**Figura 2-1 Localización general del APE BERILO LLA-38**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Figura 2-2 Ubicación del APE BERILO LLA-38 en el Bloque Llanos 38**

Tabla 2-1 Coordenadas del APE BERILO LLA-38

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
1	1253739,523	1273185,13	922228,78	1272618,632	7° 3' 39"	-72° 13' 7"
2	1254094,419	1273074,14	922582,70	1272505,438	7° 3' 36"	-72° 13' 18"
3	1254106,563	1273070,67	922594,81	1272501,90	7° 3' 35"	-72° 13' 19"
4	1254118,866	1273067,83	922607,08	1272498,976	7° 3' 35"	-72° 13' 19"
5	1254131,297	1273065,60	922619,49	1272496,676	7° 3' 35"	-72° 13' 20"
6	1254143,825	1273064,01	922632,00	1272495,006	7° 3' 35"	-72° 13' 20"
7	1254156,417	1273063,06	922644,58	1272493,97	7° 3' 35"	-72° 13' 20"
8	1254169,041	1273062,74	922657,19	1272493,57	7° 3' 35"	-72° 13' 21"
9	1254396,041	1273062,74	922884,02	1272492,109	7° 3' 35"	-72° 13' 28"
10	1254439,57	1273062,74	922927,52	1272491,829	7° 3' 35"	-72° 13' 30"
11	1254703,033	1272981,94	923190,26	1272409,40	7° 3' 32"	-72° 13' 38"
12	1255149,338	1272842,16	923635,33	1272266,852	7° 3' 28"	-72° 13' 53"
13	1255332,162	1272784,93	923817,65	1272208,487	7° 3' 26"	-72° 13' 59"
14	1255494,355	1272734,16	923979,39	1272156,709	7° 3' 24"	-72° 14' 4"
15	1255556,114	1272723,07	924041,03	1272145,238	7° 3' 24"	-72° 14' 6"
16	1255784,756	1272711,23	924269,43	1272131,938	7° 3' 23"	-72° 14' 13"
17	1255865,114	1272707,07	924349,70	1272127,263	7° 3' 23"	-72° 14' 16"
18	1255879,204	1272706,74	924363,78	1272126,841	7° 3' 23"	-72° 14' 16"
19	1255893,291	1272707,20	924377,85	1272127,213	7° 3' 23"	-72° 14' 17"
20	1255907,329	1272708,46	924391,89	1272128,378	7° 3' 23"	-72° 14' 17"
21	1255921,274	1272710,50	924405,84	1272130,331	7° 3' 23"	-72° 14' 18"
22	1255935,082	1272713,33	924419,65	1272133,068	7° 3' 24"	-72° 14' 18"
23	1255948,708	1272716,93	924433,29	1272136,579	7° 3' 24"	-72° 14' 19"
24	1255962,11	1272721,30	924446,71	1272140,853	7° 3' 24"	-72° 14' 19"
25	1255975,245	1272726,41	924459,87	1272145,876	7° 3' 24"	-72° 14' 20"
26	1256193,245	1272818,41	924678,29	1272236,40	7° 3' 27"	-72° 14' 27"
27	1256202,23	1272822,41	924687,30	1272240,346	7° 3' 27"	-72° 14' 27"
28	1256506,066	1272967,42	924991,84	1272383,288	7° 3' 32"	-72° 14' 37"
29	1256686,905	1273042,85	925173,02	1272457,50	7° 3' 34"	-72° 14' 43"
30	1256762,604	1273074,13	925248,86	1272488,266	7° 3' 35"	-72° 14' 45"
31	1256932,39	1273075,47	925418,53	1272488,51	7° 3' 35"	-72° 14' 51"
32	1257119,356	1273022,68	925605,01	1272434,558	7° 3' 33"	-72° 14' 57"
33	1257372,881	1272865,86	925857,33	1272276,228	7° 3' 28"	-72° 15' 5"
34	1257567,596	1272725,12	926050,99	1272134,35	7° 3' 24"	-72° 15' 11"
35	1257576,262	1272719,13	926059,61	1272128,309	7° 3' 23"	-72° 15' 12"
36	1257615,058	1272693,51	926098,21	1272102,456	7° 3' 23"	-72° 15' 13"
37	1258168,262	1272328,13	926648,64	1271733,807	7° 3' 11"	-72° 15' 31"
38	1258180,055	1272320,80	926660,38	1271726,41	7° 3' 10"	-72° 15' 31"
39	1258192,236	1272314,14	926672,50	1271719,676	7° 3' 10"	-72° 15' 32"
40	1258204,768	1272308,17	926684,99	1271713,626	7° 3' 10"	-72° 15' 32"
41	1258217,613	1272302,90	926697,79	1271708,278	7° 3' 10"	-72° 15' 33"
42	1258230,73	1272298,35	926710,87	1271703,649	7° 3' 10"	-72° 15' 33"
43	1258244,079	1272294,54	926724,18	1271699,753	7° 3' 10"	-72° 15' 33"
44	1258257,62	1272291,47	926737,69	1271696,60	7° 3' 9"	-72° 15' 34"
45	1258271,31	1272289,16	926751,36	1271694,206	7° 3' 9"	-72° 15' 34"
46	1258285,107	1272287,62	926765,13	1271692,572	7° 3' 9"	-72° 15' 35"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
47	1258298,968	1272286,84	926778,98	1271691,706	7° 3' 9"	-72° 15' 35"
48	1258312,851	1272286,83	926792,85	1271691,609	7° 3' 9"	-72° 15' 36"
49	1258326,714	1272287,59	926806,71	1271692,283	7° 3' 9"	-72° 15' 36"
50	1258340,512	1272289,13	926820,50	1271693,725	7° 3' 9"	-72° 15' 37"
51	1258354,205	1272291,42	926834,20	1271695,931	7° 3' 9"	-72° 15' 37"
52	1258367,748	1272294,47	926847,75	1271698,893	7° 3' 9"	-72° 15' 37"
53	1258381,102	1272298,27	926861,12	1271702,60	7° 3' 10"	-72° 15' 38"
54	1258394,224	1272302,81	926874,26	1271707,05	7° 3' 10"	-72° 15' 38"
55	1258407,074	1272308,06	926887,14	1271712,219	7° 3' 10"	-72° 15' 39"
56	1258419,612	1272314,02	926899,70	1271718,095	7° 3' 10"	-72° 15' 39"
57	1258431,8	1272320,67	926911,92	1271724,659	7° 3' 10"	-72° 15' 40"
58	1258443,601	1272327,99	926923,76	1271731,892	7° 3' 11"	-72° 15' 40"
59	1258454,977	1272335,94	926935,18	1271739,771	7° 3' 11"	-72° 15' 40"
60	1258465,894	1272344,52	926946,14	1271748,271	7° 3' 11"	-72° 15' 41"
61	1258476,318	1272353,69	926956,62	1271757,367	7° 3' 11"	-72° 15' 41"
62	1258519,317	1272393,69	926999,84	1271797,06	7° 3' 13"	-72° 15' 42"
63	1258522,109	1272396,33	927002,65	1271799,677	7° 3' 13"	-72° 15' 42"
64	1258575,436	1272447,49	927056,26	1271850,45	7° 3' 14"	-72° 15' 44"
65	1258694,109	1272561,33	927175,57	1271963,442	7° 3' 18"	-72° 15' 48"
66	1258729,953	1272604,42	927211,67	1272006,27	7° 3' 20"	-72° 15' 49"
67	1258737,547	1272616,74	927219,34	1272018,528	7° 3' 20"	-72° 15' 50"
68	1258742,977	1272626,14	927224,82	1272027,89	7° 3' 20"	-72° 15' 50"
69	1258758,679	1272617,69	927240,46	1272019,341	7° 3' 20"	-72° 15' 50"
70	1258762,517	1272615,62	927244,28	1272017,252	7° 3' 20"	-72° 15' 50"
71	1258768,491	1272612,51	927250,23	1272014,10	7° 3' 20"	-72° 15' 51"
72	1258775,238	1272609,13	927256,95	1272010,686	7° 3' 20"	-72° 15' 51"
73	1258787,3	1272603,50	927268,96	1272004,978	7° 3' 19"	-72° 15' 51"
74	1258794,194	1272600,62	927275,83	1272002,058	7° 3' 19"	-72° 15' 51"
75	1258799,194	1272598,62	927280,82	1272000,028	7° 3' 19"	-72° 15' 52"
76	1258833,477	1272587,69	927315,00	1271988,892	7° 3' 19"	-72° 15' 53"
77	1258910,815	1272569,06	927392,16	1271969,773	7° 3' 18"	-72° 15' 55"
78	1258916,477	1272567,69	927397,81	1271968,374	7° 3' 18"	-72° 15' 55"
79	1258944,033	1272562,67	927425,31	1271963,174	7° 3' 18"	-72° 15' 56"
80	1258952,033	1272561,67	927433,30	1271962,124	7° 3' 18"	-72° 15' 56"
81	1258962,669	1272560,57	927443,92	1271960,957	7° 3' 18"	-72° 15' 57"
82	1259121,669	1272547,57	927602,71	1271946,945	7° 3' 18"	-72° 16' 2"
83	1259124,367	1272547,36	927605,41	1271946,722	7° 3' 18"	-72° 16' 2"
84	1259130,859	1272546,99	927611,89	1271946,305	7° 3' 18"	-72° 16' 2"
85	1259389,987	1272535,39	927870,74	1271933,046	7° 3' 17"	-72° 16' 11"
86	1259422,585	1272531,60	927903,29	1271929,049	7° 3' 17"	-72° 16' 12"
87	1259615,931	1272506,62	928096,32	1271902,848	7° 3' 16"	-72° 16' 18"
88	1259621,099	1272505,95	928101,48	1271902,148	7° 3' 16"	-72° 16' 18"
89	1259624,828	1272505,19	928105,20	1271901,367	7° 3' 16"	-72° 16' 18"
90	1259664,218	1272497,19	928144,51	1271893,121	7° 3' 16"	-72° 16' 20"
91	1259690,94	1272491,77	928171,17	1271887,528	7° 3' 16"	-72° 16' 21"
92	1259736,529	1272482,51	928216,67	1271877,984	7° 3' 15"	-72° 16' 22"
93	1259737,68	1272481,92	928217,81	1271877,387	7° 3' 15"	-72° 16' 22"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
94	1259737,907	1272481,87	928218,04	1271877,339	7° 3' 15"	-72° 16' 22"
95	1259737,94	1272481,79	928218,07	1271877,251	7° 3' 15"	-72° 16' 22"
96	1259742,238	1272479,58	928222,35	1271875,018	7° 3' 15"	-72° 16' 22"
97	1259799,388	1272441,48	928279,21	1271836,581	7° 3' 14"	-72° 16' 24"
98	1259814,403	1272430,81	928294,15	1271825,824	7° 3' 14"	-72° 16' 25"
99	1259859,713	1272398,62	928339,22	1271793,365	7° 3' 13"	-72° 16' 26"
100	1259912,101	1272360,52	928391,32	1271754,958	7° 3' 11"	-72° 16' 28"
101	1259921,759	1272352,88	928400,92	1271747,266	7° 3' 11"	-72° 16' 28"
102	1259940,876	1272337,76	928419,92	1271732,039	7° 3' 11"	-72° 16' 29"
103	1259980,363	1272306,54	928459,18	1271700,587	7° 3' 10"	-72° 16' 30"
104	1260064,501	1272254,15	928542,91	1271647,7	7° 3' 8"	-72° 16' 33"
105	1260080,012	1272244,99	928558,35	1271638,442	7° 3' 8"	-72° 16' 33"
106	1260134,351	1272212,88	928612,44	1271606,009	7° 3' 7"	-72° 16' 35"
107	1260185,151	1272168,43	928662,92	1271561,268	7° 3' 5"	-72° 16' 37"
108	1260237,539	1272114,45	928714,92	1271507,0	7° 3' 3"	-72° 16' 38"
109	1260248,798	1272102,55	928726,09	1271495,034	7° 3' 3"	-72° 16' 39"
110	1260293,102	1272055,72	928770,06	1271447,951	7° 3' 1"	-72° 16' 40"
111	1260335,964	1272014,44	928812,62	1271406,434	7° 3' 0"	-72° 16' 41"
112	1260340,81	1272006,36	928817,41	1271398,332	7° 2' 60"	-72° 16' 42"
113	1260359,777	1271974,75	928836,16	1271366,625	7° 2' 59"	-72° 16' 42"
114	1260382,002	1271936,65	928858,12	1271328,412	7° 2' 58"	-72° 16' 43"
115	1260404,227	1271893,79	928880,05	1271285,441	7° 2' 56"	-72° 16' 44"
116	1260439,152	1271820,76	928914,48	1271212,25	7° 2' 54"	-72° 16' 45"
117	1260458,31	1271780,71	928933,37	1271172,10	7° 2' 52"	-72° 16' 45"
118	1260474,077	1271747,74	928948,91	1271139,058	7° 2' 51"	-72° 16' 46"
119	1260505,827	1271655,66	928980,04	1271046,853	7° 2' 48"	-72° 16' 47"
120	1260526,465	1271611,21	929000,38	1271002,305	7° 2' 47"	-72° 16' 48"
121	1260539,422	1271589,93	929013,19	1270980,951	7° 2' 46"	-72° 16' 48"
122	1260548,69	1271574,70	929022,35	1270965,679	7° 2' 46"	-72° 16' 48"
123	1260565,379	1271535,76	929038,78	1270926,662	7° 2' 44"	-72° 16' 49"
124	1260567,74	1271530,25	929041,10	1270921,142	7° 2' 44"	-72° 16' 49"
125	1260591,552	1271471,51	929064,52	1270862,30	7° 2' 42"	-72° 16' 50"
126	1260607,427	1271425,48	929080,08	1270816,20	7° 2' 41"	-72° 16' 50"
127	1260632,827	1271373,09	929105,13	1270763,687	7° 2' 39"	-72° 16' 51"
128	1260658,227	1271311,18	929130,11	1270701,661	7° 2' 37"	-72° 16' 52"
129	1260669,135	1271286,25	929140,85	1270676,68	7° 2' 36"	-72° 16' 52"
130	1260691,565	1271234,98	929162,93	1270625,308	7° 2' 35"	-72° 16' 53"
131	1260694,259	1271229,47	929165,59	1270619,789	7° 2' 34"	-72° 16' 53"
132	1260694,497	1271228,42	929165,82	1270618,734	7° 2' 34"	-72° 16' 53"
133	1260691,733	1271191,31	929162,82	1270581,68	7° 2' 33"	-72° 16' 53"
134	1260691,142	1271179,81	929162,15	1270570,191	7° 2' 33"	-72° 16' 53"
135	1260691,042	1271172,74	929162,01	1270563,123	7° 2' 33"	-72° 16' 53"
136	1260691,042	1271168,74	929161,98	1270559,126	7° 2' 32"	-72° 16' 53"
137	1260692,972	1271137,73	929163,71	1270528,13	7° 2' 31"	-72° 16' 53"
138	1260693,972	1271129,73	929164,66	1270520,13	7° 2' 31"	-72° 16' 53"
139	1260694,541	1271125,48	929165,20	1270515,878	7° 2' 31"	-72° 16' 53"
140	1260695,078	1271121,89	929165,72	1270512,289	7° 2' 31"	-72° 16' 53"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
141	1260700,297	1271088,71	929170,72	1270479,107	7° 2' 30"	-72° 16' 53"
142	1260722,485	1270947,66	929191,98	1270338,025	7° 2' 25"	-72° 16' 54"
143	1260732,686	1270866,79	929201,66	1270257,147	7° 2' 23"	-72° 16' 54"
144	1260731,832	1270857,16	929200,74	1270247,537	7° 2' 22"	-72° 16' 54"
145	1260716,019	1270678,82	929183,80	1270069,438	7° 2' 17"	-72° 16' 54"
146	1260715,041	1270656,74	929182,68	1270047,381	7° 2' 16"	-72° 16' 54"
147	1260715,041	1270649,74	929182,64	1270040,387	7° 2' 16"	-72° 16' 54"
148	1260715,142	1270642,66	929182,69	1270033,317	7° 2' 15"	-72° 16' 54"
149	1260715,387	1270636,60	929182,90	1270027,255	7° 2' 15"	-72° 16' 54"
150	1260723,053	1270490,95	929189,62	1269881,678	7° 2' 10"	-72° 16' 54"
151	1260723,443	1270477,69	929189,93	1269868,418	7° 2' 10"	-72° 16' 54"
152	1260724,538	1270464,46	929190,94	1269855,193	7° 2' 10"	-72° 16' 54"
153	1260726,334	1270451,31	929192,65	1269842,04	7° 2' 9"	-72° 16' 54"
154	1260728,826	1270438,27	929195,05	1269829,00	7° 2' 9"	-72° 16' 54"
155	1260732,008	1270425,38	929198,15	1269816,10	7° 2' 8"	-72° 16' 54"
156	1260735,871	1270412,68	929201,93	1269803,386	7° 2' 8"	-72° 16' 54"
157	1260738,871	1270403,68	929204,87	1269794,374	7° 2' 8"	-72° 16' 54"
158	1260752,895	1270370,01	929218,67	1269760,643	7° 2' 7"	-72° 16' 55"
159	1260774,882	1270322,83	929240,33	1269713,361	7° 2' 5"	-72° 16' 55"
160	1260799,44	1270270,14	929264,53	1269660,548	7° 2' 3"	-72° 16' 56"
161	1260802,435	1270263,94	929267,48	1269654,331	7° 2' 3"	-72° 16' 56"
162	1260804,435	1270259,93	929269,46	1269650,322	7° 2' 3"	-72° 16' 56"
163	1260835,986	1270211,69	929300,67	1269601,915	7° 2' 1"	-72° 16' 57"
164	1260838,979	1270208,10	929303,64	1269598,308	7° 2' 1"	-72° 16' 58"
165	1260913,03	1270114,56	929377,03	1269504,37	7° 1' 58"	-72° 16' 60"
166	1260932,265	1270092,96	929396,12	1269482,663	7° 1' 57"	-72° 17' 1"
167	1260939,265	1270085,96	929403,06	1269475,623	7° 1' 57"	-72° 17' 1"
168	1260970,732	1270059,31	929434,34	1269448,787	7° 1' 56"	-72° 17' 2"
169	1260977,732	1270054,31	929441,30	1269443,746	7° 1' 56"	-72° 17' 2"
170	1260988,565	1270046,99	929452,08	1269436,365	7° 1' 56"	-72° 17' 2"
171	1260999,765	1270040,25	929463,22	1269429,557	7° 1' 56"	-72° 17' 3"
172	1261011,302	1270034,10	929474,71	1269423,341	7° 1' 56"	-72° 17' 3"
173	1261023,145	1270028,56	929486,51	1269417,735	7° 1' 55"	-72° 17' 3"
174	1261035,261	1270023,66	929498,58	1269412,753	7° 1' 55"	-72° 17' 4"
175	1261040,72	1270021,61	929504,03	1269410,672	7° 1' 55"	-72° 17' 4"
176	1261043,194	1270020,62	929506,49	1269409,667	7° 1' 55"	-72° 17' 4"
177	1261074,795	1270010,36	929538,00	1269399,211	7° 1' 55"	-72° 17' 5"
178	1261173,273	1269985,47	929636,24	1269373,715	7° 1' 54"	-72° 17' 8"
179	1261258,524	1269963,93	929721,29	1269351,645	7° 1' 53"	-72° 17' 11"
180	1261474,296	1269905,08	929936,51	1269291,462	7° 1' 51"	-72° 17' 18"
181	1261537,605	1269886,70	929999,65	1269272,692	7° 1' 51"	-72° 17' 20"
182	1261619,374	1269862,96	930081,20	1269248,447	7° 1' 50"	-72° 17' 23"
183	1261659,361	1269851,36	930121,08	1269236,594	7° 1' 49"	-72° 17' 24"
184	1261666,361	1269849,36	930128,06	1269234,551	7° 1' 49"	-72° 17' 24"
185	1261698,233	1269842,46	930159,86	1269227,457	7° 1' 49"	-72° 17' 25"
186	1261928,765	1269808,15	930389,99	1269191,692	7° 1' 48"	-72° 17' 33"
187	1261951,722	1269804,73	930412,91	1269188,131	7° 1' 48"	-72° 17' 34"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
188	1261986,068	1269800,19	930447,19	1269183,372	7° 1' 48"	-72° 17' 35"
189	1262071,045	1269795,09	930532,07	1269177,733	7° 1' 48"	-72° 17' 38"
190	1262144,476	1269790,68	930605,41	1269172,86	7° 1' 47"	-72° 17' 40"
191	1262144,486	1269790,77	930605,42	1269172,947	7° 1' 47"	-72° 17' 40"
192	1262147,077	1269790,33	930608,01	1269172,493	7° 1' 47"	-72° 17' 40"
193	1262147,202	1269790,52	930608,14	1269172,679	7° 1' 47"	-72° 17' 40"
194	1262186,068	1269788,19	930646,96	1269170,10	7° 1' 47"	-72° 17' 41"
195	1262197,504	1269787,76	930658,38	1269169,60	7° 1' 47"	-72° 17' 42"
196	1262201,041	1269787,74	930661,91	1269169,556	7° 1' 47"	-72° 17' 42"
197	1262205,042	1269787,74	930665,91	1269169,53	7° 1' 47"	-72° 17' 42"
198	1262213,042	1269787,74	930673,90	1269169,479	7° 1' 47"	-72° 17' 42"
199	1262266,301	1269793,48	930727,16	1269174,872	7° 1' 48"	-72° 17' 44"
200	1262316,69	1269804,46	930777,58	1269185,528	7° 1' 48"	-72° 17' 46"
201	1262362,608	1269814,48	930823,52	1269195,238	7° 1' 48"	-72° 17' 47"
202	1262399,301	1269822,48	930860,24	1269203,00	7° 1' 48"	-72° 17' 48"
203	1262412,453	1269825,72	930873,40	1269206,153	7° 1' 49"	-72° 17' 49"
204	1262419,101	1269827,74	930880,05	1269208,131	7° 1' 49"	-72° 17' 49"
205	1262475,715	1269843,67	930936,72	1269223,678	7° 1' 49"	-72° 17' 51"
206	1262480,728	1269845,08	930941,74	1269225,055	7° 1' 49"	-72° 17' 51"
207	1262585,963	1269875,28	931047,08	1269254,559	7° 1' 50"	-72° 17' 54"
208	1262636,845	1269894,13	931098,04	1269273,071	7° 1' 51"	-72° 17' 56"
209	1262644,845	1269898,13	931106,06	1269277,016	7° 1' 51"	-72° 17' 56"
210	1262665,594	1269910,62	931126,88	1269289,366	7° 1' 51"	-72° 17' 57"
211	1262678,351	1269918,31	931139,67	1269296,959	7° 1' 51"	-72° 17' 57"
212	1262685,351	1269923,31	931146,70	1269301,91	7° 1' 52"	-72° 17' 58"
213	1262716,87	1269950,01	931178,36	1269328,395	7° 1' 53"	-72° 17' 59"
214	1262812,035	1270041,18	931274,03	1269418,879	7° 1' 55"	-72° 18' 2"
215	1262938,686	1270114,03	931401,05	1269490,853	7° 1' 58"	-72° 18' 6"
216	1262959,351	1270127,31	931421,78	1269503,988	7° 1' 58"	-72° 18' 7"
217	1262966,351	1270132,31	931428,81	1269508,939	7° 1' 58"	-72° 18' 7"
218	1262987,024	1270148,79	931449,57	1269525,277	7° 1' 59"	-72° 18' 7"
219	1262994,307	1270155,26	931456,89	1269531,692	7° 1' 59"	-72° 18' 8"
220	1262996,63	1270157,32	931459,22	1269533,737	7° 1' 59"	-72° 18' 8"
221	1262997,115	1270157,40	931459,71	1269533,814	7° 1' 59"	-72° 18' 8"
222	1263080,316	1270171,01	931542,93	1269546,884	7° 1' 60"	-72° 18' 10"
223	1263188,266	1270190,06	931650,91	1269565,227	7° 2' 0"	-72° 18' 14"
224	1263281,261	1270206,97	931743,94	1269581,525	7° 2' 1"	-72° 18' 17"
225	1263282,163	1270207,13	931744,84	1269581,683	7° 2' 1"	-72° 18' 17"
226	1263305,74	1270187,01	931768,27	1269561,422	7° 2' 0"	-72° 18' 18"
227	1263587,821	1269779,56	932047,51	1269152,50	7° 1' 47"	-72° 18' 27"
228	1265446,132	1269054,41	933899,63	1268416,049	7° 1' 23"	-72° 19' 27"
229	1265493,562	1269035,90	933946,91	1268397,253	7° 1' 22"	-72° 19' 29"
230	1265642,06	1268977,95	934094,91	1268338,40	7° 1' 20"	-72° 19' 34"
231	1265683,165	1268961,91	934135,88	1268322,114	7° 1' 20"	-72° 19' 35"
232	1266723,232	1268556,05	935172,47	1267909,939	7° 1' 7"	-72° 20' 9"
233	1266972,902	1268415,40	935421,03	1267767,818	7° 1' 2"	-72° 20' 17"
234	1267021,045	1268387,10	935468,95	1267739,234	7° 1' 1"	-72° 20' 18"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
235	1266790,659	1268047,96	935236,59	1267401,853	7° 0' 50"	-72° 20' 11"
236	1266722,921	1267948,24	935168,27	1267302,656	7° 0' 47"	-72° 20' 9"
237	1266595,895	1267761,26	935040,16	1267116,636	7° 0' 41"	-72° 20' 5"
238	1265757,989	1266527,81	934195,09	1265889,577	7° 0' 1"	-72° 19' 37"
239	1265759,693	1266260,20	934195,08	1265622,184	6° 59' 52"	-72° 19' 37"
240	1265763,505	1265661,81	934195,08	1265024,274	6° 59' 33"	-72° 19' 37"
241	1265772,249	1264289,05	934195,07	1263652,61	6° 58' 48"	-72° 19' 37"
242	1265773,449	1264100,58	934195,07	1263464,287	6° 58' 42"	-72° 19' 37"
243	1265781,737	1262799,36	934195,09	1262164,11	6° 57' 59"	-72° 19' 37"
244	1265757,522	1262270,27	934167,53	1261635,624	6° 57' 42"	-72° 19' 36"
245	1265745,739	1262012,84	934154,13	1261378,48	6° 57' 34"	-72° 19' 36"
246	1265669,242	1260341,46	934067,11	1259708,986	6° 56' 40"	-72° 19' 33"
247	1265658,741	1260112,02	934055,16	1259479,81	6° 56' 32"	-72° 19' 33"
248	1265580,599	1258404,70	933966,30	1257774,416	6° 55' 37"	-72° 19' 30"
249	1265566,69	1258100,82	933950,48	1257470,87	6° 55' 27"	-72° 19' 29"
250	1265493,409	1256499,70	933867,17	1255871,558	6° 54' 35"	-72° 19' 27"
251	1265482,581	1256263,12	933854,86	1255635,248	6° 54' 27"	-72° 19' 26"
252	1265450,601	1255564,40	933818,51	1254937,306	6° 54' 4"	-72° 19' 25"
253	1265444,464	1255430,30	933811,54	1254803,364	6° 53' 60"	-72° 19' 25"
254	1265444,077	1255421,85	933811,10	1254794,922	6° 53' 60"	-72° 19' 25"
255	1265442,055	1255377,67	933808,80	1254750,788	6° 53' 58"	-72° 19' 25"
256	1265441,29	1255360,97	933807,93	1254734,108	6° 53' 58"	-72° 19' 25"
257	1265440,79	1255350,03	933807,36	1254723,184	6° 53' 57"	-72° 19' 25"
258	1265437,773	1255284,12	933803,93	1254657,34	6° 53' 55"	-72° 19' 25"
259	1265437,715	1255282,86	933803,87	1254656,088	6° 53' 55"	-72° 19' 25"
260	1265338,135	1253107,15	933690,71	1252482,817	6° 52' 44"	-72° 19' 21"
261	1256622,985	1253110,41	924982,55	1252540,718	6° 52' 46"	-72° 14' 38"
262	1256633,174	1262894,27	925054,47	1262317,032	6° 58' 4"	-72° 14' 39"
263	1257723,471	1264221,99	926152,36	1263636,80	6° 58' 47"	-72° 15' 15"
264	1257723,603	1264222,15	926152,50	1263636,959	6° 58' 47"	-72° 15' 15"
265	1257587,031	1264335,03	926016,75	1263750,618	6° 58' 51"	-72° 15' 11"
266	1251879	1269087,00	920343,32	1268535,453	7° 1' 26"	-72° 12' 6"
267	1249644,92	1271223,60	918124,54	1270684,845	7° 2' 36"	-72° 10' 53"
268	1249130,032	1271649,16	917612,75	1271113,41	7° 2' 50"	-72° 10' 37"
269	1249117,389	1271692,59	917600,39	1271156,886	7° 2' 51"	-72° 10' 36"
270	1249098,43	1271881,60	917582,66	1271345,885	7° 2' 58"	-72° 10' 36"
271	1249095,486	1271974,83	917580,32	1271439,064	7° 3' 1"	-72° 10' 35"
272	1249114,4	1272030,37	917599,57	1271494,449	7° 3' 2"	-72° 10' 36"
273	1249093,072	1272221,97	917579,49	1271686,05	7° 3' 9"	-72° 10' 35"
274	1249095,665	1272240,13	917582,20	1271704,176	7° 3' 9"	-72° 10' 36"
275	1249098,711	1272261,46	917585,38	1271725,472	7° 3' 10"	-72° 10' 36"
276	1249102,753	1272289,76	917589,60	1271753,731	7° 3' 11"	-72° 10' 36"
277	1249115,317	1272377,75	917602,72	1271841,573	7° 3' 14"	-72° 10' 36"
278	1249120,886	1272422,65	917608,58	1271886,408	7° 3' 15"	-72° 10' 36"
279	1249244,394	1272465,97	917732,28	1271928,90	7° 3' 17"	-72° 10' 40"
280	1249256,319	1272466,90	917744,20	1271929,762	7° 3' 17"	-72° 10' 41"
281	1249256,319	1272466,94	917744,20	1271929,80	7° 3' 17"	-72° 10' 41"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
282	1249331,491	1272472,73	917819,35	1271935,10	7° 3' 17"	-72° 10' 43"
283	1249351,999	1272474,30	917839,86	1271936,541	7° 3' 17"	-72° 10' 44"
284	1249367,585	1272475,50	917855,44	1271937,639	7° 3' 17"	-72° 10' 44"
285	1249511,862	1272456,91	917999,50	1271918,132	7° 3' 16"	-72° 10' 49"
286	1249533,199	1272454,16	918020,80	1271915,248	7° 3' 16"	-72° 10' 50"
287	1249561,479	1272449,84	918049,03	1271910,751	7° 3' 16"	-72° 10' 51"
288	1249661,311	1272434,60	918148,70	1271894,879	7° 3' 15"	-72° 10' 54"
289	1249663,686	1272434,25	918151,07	1271894,513	7° 3' 15"	-72° 10' 54"
290	1249670,686	1272433,25	918158,06	1271893,468	7° 3' 15"	-72° 10' 54"
291	1249733,649	1272432,27	918220,97	1271892,081	7° 3' 15"	-72° 10' 56"
292	1249742,649	1272433,27	918229,97	1271893,022	7° 3' 15"	-72° 10' 57"
293	1249783,722	1272441,36	918271,06	1271900,842	7° 3' 16"	-72° 10' 58"
294	1249790,722	1272443,36	918278,07	1271902,80	7° 3' 16"	-72° 10' 58"
295	1249802,03	1272446,88	918289,39	1271906,243	7° 3' 16"	-72° 10' 59"
296	1249812,702	1272450,49	918300,08	1271909,779	7° 3' 16"	-72° 10' 59"
297	1249827,278	1272455,41	918314,68	1271914,607	7° 3' 16"	-72° 10' 59"
298	1249887,341	1272475,71	918374,83	1271934,50	7° 3' 17"	-72° 11' 1"
299	1249943,144	1272494,57	918430,71	1271952,989	7° 3' 17"	-72° 11' 3"
300	1249947,078	1272495,90	918434,65	1271954,292	7° 3' 17"	-72° 11' 3"
301	1249960,256	1272500,77	918447,85	1271959,074	7° 3' 18"	-72° 11' 4"
302	1249968,576	1272504,29	918456,19	1271962,537	7° 3' 18"	-72° 11' 4"
303	1249977,576	1272508,29	918465,21	1271966,477	7° 3' 18"	-72° 11' 4"
304	1250005,45	1272524,22	918493,17	1271982,217	7° 3' 18"	-72° 11' 5"
305	1250021,351	1272533,31	918509,11	1271991,20	7° 3' 19"	-72° 11' 6"
306	1250027,564	1272537,74	918515,35	1271995,591	7° 3' 19"	-72° 11' 6"
307	1250036,59	1272536,21	918524,36	1271994,007	7° 3' 19"	-72° 11' 6"
308	1250040,084	1272535,62	918527,85	1271993,393	7° 3' 19"	-72° 11' 6"
309	1250059,79	1272536,50	918547,55	1271994,144	7° 3' 19"	-72° 11' 7"
310	1250067,685	1272534,19	918555,42	1271991,784	7° 3' 19"	-72° 11' 7"
311	1250103,458	1272562,93	918591,35	1272020,277	7° 3' 20"	-72° 11' 8"
312	1250161,645	1272609,69	918649,80	1272066,622	7° 3' 21"	-72° 11' 10"
313	1250162,918	1272618,18	918651,13	1272075,10	7° 3' 21"	-72° 11' 10"
314	1250167,485	1272624,73	918655,73	1272081,613	7° 3' 22"	-72° 11' 10"
315	1250175,621	1272635,33	918663,93	1272092,162	7° 3' 22"	-72° 11' 11"
316	1250191,881	1272634,06	918680,17	1272090,784	7° 3' 22"	-72° 11' 11"
317	1250219,711	1272639,42	918708,02	1272095,957	7° 3' 22"	-72° 11' 12"
318	1250246,72	1272646,91	918735,05	1272103,276	7° 3' 22"	-72° 11' 13"
319	1250252,255	1272648,45	918740,59	1272104,776	7° 3' 22"	-72° 11' 13"
320	1250279,55	1272655,89	918767,92	1272112,038	7° 3' 23"	-72° 11' 14"
321	1250296,338	1272662,24	918784,73	1272118,272	7° 3' 23"	-72° 11' 15"
322	1250328,363	1272669,71	918816,79	1272125,527	7° 3' 23"	-72° 11' 16"
323	1250349,874	1272677,64	918838,33	1272133,319	7° 3' 23"	-72° 11' 16"
324	1250359,691	1272680,73	918848,16	1272136,337	7° 3' 23"	-72° 11' 17"
325	1250388,709	1272689,84	918877,22	1272145,259	7° 3' 24"	-72° 11' 18"
326	1250435,977	1272697,38	918924,50	1272152,489	7° 3' 24"	-72° 11' 19"
327	1250485,159	1272702,46	918973,68	1272157,252	7° 3' 24"	-72° 11' 21"
328	1250494,289	1272703,41	918982,81	1272158,137	7° 3' 24"	-72° 11' 21"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
329	1250504,784	1272705,41	918993,31	1272160,075	7° 3' 24"	-72° 11' 21"
330	1250511,092	1272706,62	918999,62	1272161,241	7° 3' 24"	-72° 11' 22"
331	1250529,47	1272710,37	919018,01	1272164,864	7° 3' 24"	-72° 11' 22"
332	1250545,195	1272719,32	919033,78	1272173,709	7° 3' 25"	-72° 11' 23"
333	1250564,618	1272724,11	919053,22	1272178,375	7° 3' 25"	-72° 11' 23"
334	1250574,594	1272726,25	919063,20	1272180,446	7° 3' 25"	-72° 11' 24"
335	1250592,421	1272735,21	919081,08	1272189,288	7° 3' 25"	-72° 11' 24"
336	1250610,088	1272742,68	919098,78	1272196,641	7° 3' 25"	-72° 11' 25"
337	1250613,248	1272744,02	919101,94	1272197,957	7° 3' 25"	-72° 11' 25"
338	1250618,647	1272746,30	919107,35	1272200,20	7° 3' 25"	-72° 11' 25"
339	1250639,628	1272755,28	919128,38	1272209,041	7° 3' 26"	-72° 11' 26"
340	1250649,586	1272761,08	919138,37	1272214,765	7° 3' 26"	-72° 11' 26"
341	1250667,42	1272768,47	919156,23	1272222,041	7° 3' 26"	-72° 11' 27"
342	1250673,186	1272771,63	919162,02	1272225,163	7° 3' 26"	-72° 11' 27"
343	1250683,137	1272778,99	919172,01	1272232,452	7° 3' 26"	-72° 11' 27"
344	1250690,988	1272785,82	919179,90	1272239,222	7° 3' 27"	-72° 11' 28"
345	1250701,997	1272791,61	919190,94	1272244,945	7° 3' 27"	-72° 11' 28"
346	1250715,619	1272800,56	919204,61	1272253,793	7° 3' 27"	-72° 11' 28"
347	1250725,184	1272807,76	919214,21	1272260,925	7° 3' 27"	-72° 11' 29"
348	1250726,093	1272808,44	919215,12	1272261,60	7° 3' 27"	-72° 11' 29"
349	1250731,844	1272814,73	919220,91	1272267,855	7° 3' 28"	-72° 11' 29"
350	1250739,182	1272818,95	919228,27	1272272,018	7° 3' 28"	-72° 11' 29"
351	1250747,038	1272824,73	919236,16	1272277,745	7° 3' 28"	-72° 11' 29"
352	1250755,419	1272830,51	919244,57	1272283,471	7° 3' 28"	-72° 11' 30"
353	1250770,102	1272837,37	919259,29	1272290,231	7° 3' 28"	-72° 11' 30"
354	1250782,163	1272843,17	919271,38	1272295,951	7° 3' 29"	-72° 11' 31"
355	1250787,409	1272845,29	919276,63	1272298,03	7° 3' 29"	-72° 11' 31"
356	1250795,27	1272850,02	919284,52	1272302,714	7° 3' 29"	-72° 11' 31"
357	1250796,409	1272852,00	919285,67	1272304,682	7° 3' 29"	-72° 11' 31"
358	1250801,003	1272859,97	919290,31	1272312,618	7° 3' 29"	-72° 11' 31"
359	1250814,102	1272868,39	919303,45	1272320,946	7° 3' 29"	-72° 11' 32"
360	1250823,529	1272875,22	919312,92	1272327,714	7° 3' 30"	-72° 11' 32"
361	1250831,908	1272881,53	919321,33	1272333,962	7° 3' 30"	-72° 11' 32"
362	1250842,902	1272890,46	919332,38	1272342,815	7° 3' 30"	-72° 11' 33"
363	1250853,366	1272900,43	919342,90	1272352,712	7° 3' 30"	-72° 11' 33"
364	1250864,686	1272915,10	919354,30	1272367,30	7° 3' 31"	-72° 11' 33"
365	1250865,901	1272916,68	919355,53	1272368,866	7° 3' 31"	-72° 11' 33"
366	1250867,273	1272919,44	919356,91	1272371,615	7° 3' 31"	-72° 11' 33"
367	1250870,093	1272925,11	919359,77	1272377,265	7° 3' 31"	-72° 11' 33"
368	1250872,147	1272929,24	919361,85	1272381,379	7° 3' 31"	-72° 11' 33"
369	1250880,498	1272941,29	919370,27	1272393,366	7° 3' 32"	-72° 11' 34"
370	1250889,356	1272957,00	919379,22	1272409,005	7° 3' 32"	-72° 11' 34"
371	1250894,923	1272971,28	919384,88	1272423,237	7° 3' 33"	-72° 11' 34"
372	1250895,067	1272971,65	919385,02	1272423,605	7° 3' 33"	-72° 11' 34"
373	1250898,169	1272982,10	919388,19	1272434,036	7° 3' 33"	-72° 11' 34"
374	1250901,819	1272999,59	919391,95	1272451,489	7° 3' 34"	-72° 11' 34"
375	1250902,13	1273000,44	919392,27	1272452,33	7° 3' 34"	-72° 11' 34"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
376	1250903,762	1273004,87	919393,93	1272456,745	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
377	1250904,099	1273005,78	919394,27	1272457,657	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
378	1250904,429	1273006,68	919394,61	1272458,55	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
379	1250905,078	1273008,44	919395,27	1272460,307	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
380	1250909,227	1273019,70	919399,48	1272471,535	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
381	1250910,736	1273021,07	919401,00	1272472,888	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
382	1250914,388	1273024,37	919404,67	1272476,164	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
383	1250915,647	1273026,02	919405,94	1272477,811	7° 3' 34"	-72° 11' 35"
384	1250919,074	1273030,53	919409,39	1272482,30	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
385	1250919,089	1273030,56	919409,41	1272482,326	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
386	1250919,086	1273031,22	919409,41	1272482,979	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
387	1250919,74	1273031,87	919410,07	1272483,63	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
388	1250920,393	1273032,53	919410,72	1272484,281	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
389	1250920,669	1273032,63	919411,00	1272484,384	7° 3' 35"	-72° 11' 35"
390	1250934,299	1273050,57	919424,74	1272502,221	7° 3' 35"	-72° 11' 36"
391	1250938,448	1273056,76	919428,92	1272508,384	7° 3' 35"	-72° 11' 36"
392	1250947,018	1273069,56	919437,57	1272521,114	7° 3' 36"	-72° 11' 36"
393	1250961,903	1273089,02	919452,57	1272540,461	7° 3' 37"	-72° 11' 36"
394	1250964,713	1273090,77	919455,39	1272542,194	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
395	1250969,995	1273094,06	919460,69	1272545,45	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
396	1250970,366	1273094,29	919461,06	1272545,679	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
397	1250971,644	1273095,09	919462,34	1272546,467	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
398	1250984,697	1273103,22	919475,44	1272554,513	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
399	1250987,07	1273104,92	919477,82	1272556,189	7° 3' 37"	-72° 11' 37"
400	1251014,552	1273124,52	919505,41	1272575,60	7° 3' 38"	-72° 11' 38"
401	1251048,361	1273143,48	919539,31	1272594,328	7° 3' 38"	-72° 11' 39"
402	1251068,307	1273157,34	919559,33	1272608,051	7° 3' 39"	-72° 11' 40"
403	1251087,613	1273160,35	919578,65	1272610,932	7° 3' 39"	-72° 11' 41"
404	1251105,13	1273163,07	919596,17	1272613,545	7° 3' 39"	-72° 11' 41"
405	1251129,744	1273162,23	919620,76	1272612,544	7° 3' 39"	-72° 11' 42"
406	1251129,797	1273162,23	919620,81	1272612,542	7° 3' 39"	-72° 11' 42"
407	1251252,277	1273158,03	919743,18	1272607,56	7° 3' 39"	-72° 11' 46"
408	1251375,296	1273153,82	919866,08	1272602,555	7° 3' 39"	-72° 11' 50"
409	1251453,519	1273133,76	919944,12	1272582,009	7° 3' 38"	-72° 11' 52"
410	1251492,518	1273123,76	919983,02	1272571,766	7° 3' 38"	-72° 11' 54"
411	1251621,948	1273090,57	920112,15	1272537,77	7° 3' 36"	-72° 11' 58"
412	1251663,408	1273080,20	920153,51	1272527,141	7° 3' 36"	-72° 11' 59"
413	1251708,005	1273073,29	920198,03	1272519,951	7° 3' 36"	-72° 12' 1"
414	1251717,367	1273072,36	920207,38	1272518,961	7° 3' 36"	-72° 12' 1"
415	1251730,732	1273071,78	920220,73	1272518,287	7° 3' 36"	-72° 12' 1"
416	1251815,999	1273070,31	920305,93	1272516,269	7° 3' 36"	-72° 12' 4"
417	1252020,732	1273066,78	920510,49	1272511,425	7° 3' 36"	-72° 12' 11"
418	1252025,042	1273066,74	920514,79	1272511,36	7° 3' 36"	-72° 12' 11"
419	1252029,042	1273066,74	920518,79	1272511,334	7° 3' 36"	-72° 12' 11"
420	1252039,652	1273066,96	920529,40	1272511,491	7° 3' 36"	-72° 12' 12"
421	1252045,971	1273067,31	920535,71	1272511,80	7° 3' 36"	-72° 12' 12"
422	1252266,971	1273082,31	920756,65	1272525,366	7° 3' 36"	-72° 12' 19"

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Este		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	X	Y	Latitud	Longitud
423	1252299,071	1273086,59	920788,75	1272529,437	7° 3' 36"	-72° 12' 20"
424	1252322,82	1273090,65	920812,51	1272533,337	7° 3' 36"	-72° 12' 21"
425	1252497,85	1273120,23	920987,60	1272561,772	7° 3' 37"	-72° 12' 26"
426	1252524,279	1273124,47	921014,04	1272565,84	7° 3' 37"	-72° 12' 27"
427	1252585,201	1273137,75	921075,00	1272578,716	7° 3' 38"	-72° 12' 29"
428	1252665,313	1273143,77	921155,09	1272584,216	7° 3' 38"	-72° 12' 32"
429	1253638,073	1273216,86	922127,61	1272650,99	7° 3' 40"	-72° 13' 4"
430	1253739,523	1273185,13	922228,78	1272618,632	7° 3' 39"	-72° 13' 7"

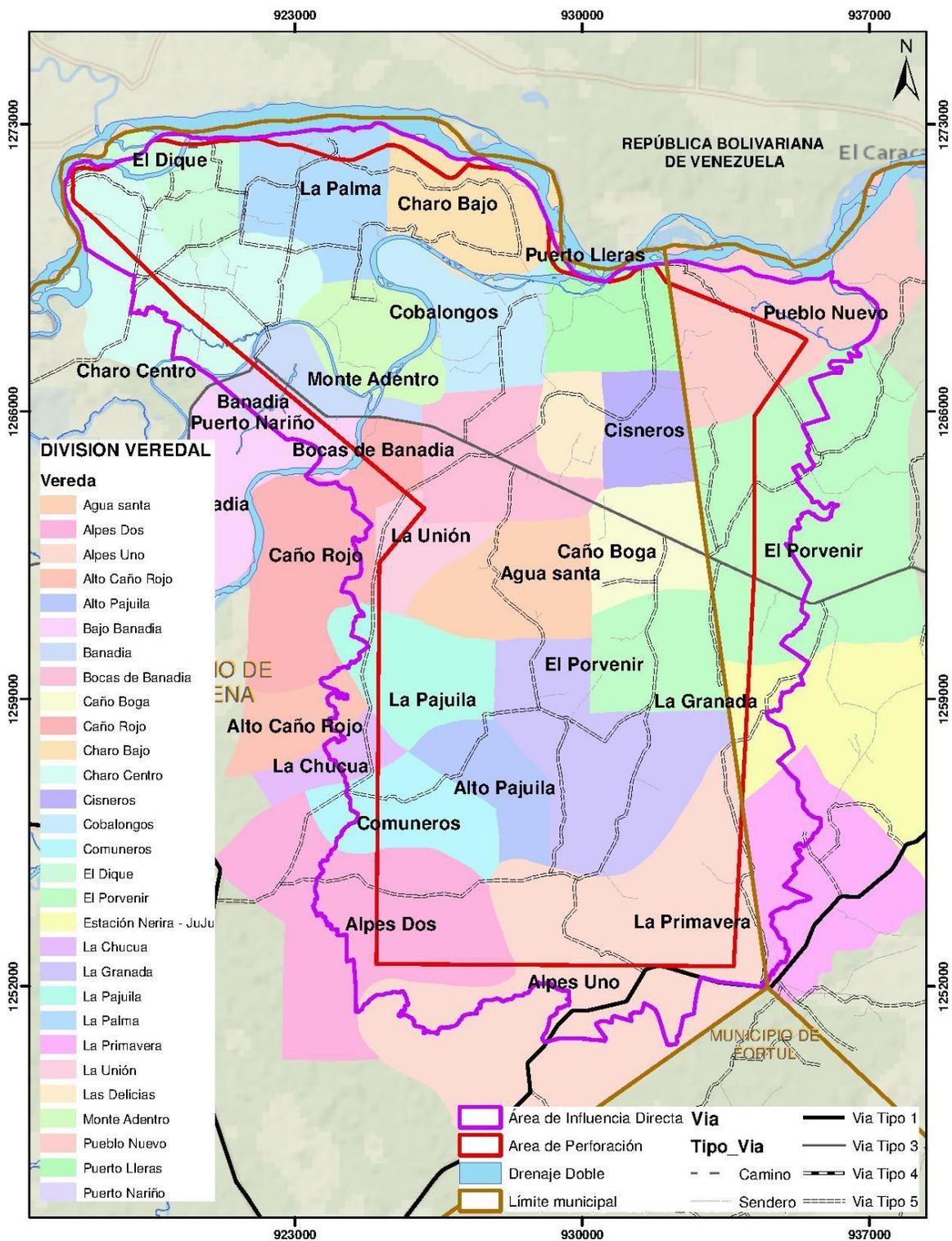
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

De acuerdo con la **Figura 2-2**, el **APE BERILO LLA-38**, abarca una extensión aproximada de 25.262 hectáreas, y se encuentra localizada en los municipios de Arauquita y Saravena. En la **Tabla 2-2** y en la **Figura 2-3** se presenta la ubicación Departamental, Municipal y Veredal del **APE BERILO LLA-38**.

**Tabla 2-2 Ubicación departamental, municipal y veredal del APE Berilo Lla-38**

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDAS
ARAUCA	ARAUQUITA	1 Pueblo Nuevo
		2 Jujua
		3 La Primavera
		4 El Porvenir
	SARAVENA	5 La Palma
		6 Charo Bajo 2
		7 El Dique
		8 Charo Centro
		9 Cobalongos
		10 Puerto Lleras
		11 Monte adentro
		12 Banadía
		13 Puerto Nariño
		14 Cisneros
		15 Las Delicias
		16 Bocas de Banadía
		17 Bajo Banadía
		18 Caño Rojo
		19 Caño Boga
		20 La Unión
		21 Agua Santa
		22 La Pajuela
		23 La Granada
		24 Alto Caño Rojo
		25 La Chucua
		26 Alto la Pajuela
		27 Alpes 1
		28 Comuneros

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Figura 2-3 Ubicación del APE BERILO LLA-38 con respecto a los límites veredales**

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El Área de Perforación Exploratoria Berilo Llanos 38 (**APE BERILO LLA-38**), objeto del presente estudio, tiene como propósito específico comprobar de manera directa la existencia de hidrocarburos mediante la perforación y realización de pruebas de producción de los pozos exploratorios de acuerdo con la zonificación del manejo ambiental. En la **Tabla 2-3** se resumen las actividades a licenciar para el desarrollo de las perforaciones de los pozos exploratorios.

Los fluidos esperados durante las pruebas de producción son: gas, crudo y/o agua. Inicialmente el crudo podrá ser transportado mediante carro-tanques a las instalaciones más cercanas de recibo y el gas resultante podrá ser quemado a través de teas que permitan la combustión completa, a fin de controlar la emisión de material particulado y gases contaminantes.

**Tabla 2-3 Resúmen de actividades a Licenciar para el APE BERILO LLA-38**

ETAPA	SUB-ETAPA	ACTIVIDAD A LICENCIAR	DESCRIPCIÓN
MANTENIMIENTO, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES	VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS	Mantenimiento de las vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento de hasta 386,44 Km de los corredores viales existentes, con el fin de asegurar que las vías a utilizar durante el desarrollo del proyecto estarán en óptimas condiciones a lo largo del mismo; solo se realizarán acciones de mantenimiento a los corredores viales utilizados durante el desarrollo del <b>APE BERILO LLA-38</b> incluyendo nuevos accesos; la correspondiente justificación se encuentra consignada en el numeral <b>2.3.1.1 Vías de acceso</b> y en la <b>Tabla 2-55</b> del presente capítulo.</li> <li>- Reparcho, nivelación o reconformación del material de afirmado sobre las vías existentes.</li> <li>- Limpieza y rocería en las obras de drenaje y cruces existentes por vegetación secundaria.</li> </ul>
		Adecuación de las vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adecuación de hasta 131,10 Km de los corredores viales existentes con el fin de asegurar que las vías a utilizar durante el desarrollo del proyecto estarán en óptimas condiciones a lo largo del mismo; solo se realizarán acciones de adecuación a los corredores viales existentes requeridos para el desarrollo del <b>APE BERILO LLA-38</b>; ; la correspondiente justificación se encuentra consignada en el numeral <b>2.3.1.1 Vías de acceso</b> y en la <b>Tabla 2-55</b> del presente capítulo</li> <li>- Ampliación de las vías (ancho de banca hasta 8 m y/o ancho de calzada hasta 7 m).</li> <li>- Bahías de Estacionamiento y sobrepasos (anchos de hasta 5 m).</li> <li>- Cambios, ampliaciones, reforzamientos o construcción de las obras de drenaje.</li> <li>- Limpieza y rocería en las obras de drenaje y cruces existentes por vegetación secundaria.</li> </ul>
		Construcción de nuevos acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de hasta 118,88 Km de nuevos corredores viales de acceso a localizaciones; 0,68 Km por la construcción de vías en los trazados existentes (Huella vehicular sobre terreno natural), 58,20 Km por la construcción de vías en Senderos y 60 Km de nuevos trazados de vías de acceso a sitios de captación y vertimiento; solo se construirán los nuevos accesos que se requieran para el desarrollo del <b>APE BERILO LLA-38</b>; la correspondiente justificación se encuentra consignada en el numeral <b>2.3.1.1 Vías de acceso</b> y en la <b>Tabla 2-55</b> del presente capítulo.</li> <li>- Ancho del Derecho de Vía de 25 m (incluyen: estructura vial, sobre pasos, obras de drenajes y áreas de préstamo lateral).</li> </ul>
MANTENIMIENTO, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES	VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS	Construcción de las Localizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de hasta <b>10 Localizaciones</b> multipozos con un área de intervención máxima de 8 ha por Localización. Dentro de las Localizaciones se contempla la construcción y adecuación de los siguientes componentes: Plataforma multipozos, Zona de Acopio Temporal de la capa vegetal de 0,4 ha, Zona de Acopio Temporal de material de construcción de 1 ha, ZODME de 2 ha, ZODAR de 2 ha, helipuerto de 0,1 ha, zona para parqueadero y otros.</li> <li>- Se requiere la posible ampliación de las localizaciones para el área de Facilidades Tempranas de Producción (FTP) dependiendo de los resultados de las pruebas de producción, para un área adicional de hasta <b>0,9 Ha</b> por localización.</li> <li>- El área máxima por localización será de <b>8,9 Ha</b> incluyendo área para FTP.</li> </ul>

ETAPA	SUB-ETAPA	ACTIVIDAD A LICENCIAR	DESCRIPCIÓN																		
MANTENIMIENTO, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES	VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS	Áreas de Préstamo Lateral	<p>✓ <b>Préstamo lateral en localizaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se contempla préstamo lateral con posibilidad de retro llenado con material sobrante de excavación; adicionalmente, se realizará préstamo dentro de las localizaciones con un área máxima de 5.000 m<sup>2</sup> y una profundidad efectiva de 2 m con taludes 1H: 1V, 2H:1V.</li> </ul> <p><b>Especificaciones del Préstamo Lateral dentro de las Localizaciones o Centralizados</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PRÉSTAMO LATERAL</th> <th>ÁREA MÁXIMA</th> <th>PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN</th> <th>TALUDES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>5.000 m<sup>2</sup></td> <td>2,0 m</td> <td>1H:1V, 2H:1V</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota: Las áreas centralizadas serán ubicadas según la zonificación del manejo ambiental y no deben sobrepasar las áreas máximas requeridas.</i></p> <p>✓ <b>Préstamo lateral paralelo a las vías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préstamo Lateral paralelo a las vías mediante canales discontinuos con un ancho de 10 m, una longitud de 100 m y una profundidad efectiva de 2 m con taludes de 1H: 1V, 2H: 1V; la separación entre canales de 10 m.</li> <li>- Préstamo lateral con posibilidad de retro llenado con material sobrante de excavación.</li> <li>- Esta zona de préstamo lateral está dentro del Derecho de vía, pero su ancho máximo puede variar dependiendo del ancho de la calzada, la cual puede ser menor a los 10 m.</li> </ul> <p><b>Especificaciones del Préstamo Lateral Paralelos a las Vías</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PRÉSTAMO LATERAL</th> <th>ANCHO</th> <th>LONGITUD</th> <th>PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN</th> <th>TALUDES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10.0 m</td> <td>100.0 m</td> <td>2.0 m</td> <td>1H:1V, 2H:1V</td> </tr> </tbody> </table>	PRÉSTAMO LATERAL	ÁREA MÁXIMA	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	TALUDES		5.000 m <sup>2</sup>	2,0 m	1H:1V, 2H:1V	PRÉSTAMO LATERAL	ANCHO	LONGITUD	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	TALUDES		10.0 m	100.0 m	2.0 m	1H:1V, 2H:1V
		PRÉSTAMO LATERAL	ÁREA MÁXIMA	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	TALUDES																
	5.000 m <sup>2</sup>	2,0 m	1H:1V, 2H:1V																		
PRÉSTAMO LATERAL	ANCHO	LONGITUD	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	TALUDES																	
	10.0 m	100.0 m	2.0 m	1H:1V, 2H:1V																	
Áreas adicionales centralizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tres áreas adicionales para las Zonas de Disposición del Material Sobrante de Excavación (denominada ZODME centralizada) de 2,0 Ha cada una y un volumen máximo de 60.000 m<sup>3</sup> por cada una.</li> <li>- Dos áreas adicionales para las Zonas de Disposición de las Aguas Residuales Tratadas (denominada ZODAR centralizada) de 4,0 Ha cada una.</li> <li>- Un área adicional para el Acopio Temporal del Material de Construcción de 2,0 Ha.</li> <li>- La ubicación de las áreas centralizadas se hará por zonificación de manejo y teniendo en cuenta las características del suelo.</li> <li>- La ubicación exacta de las diferentes áreas centralizadas se definirá en los respectivos PMA específicos de las localizaciones a construir.</li> </ul>																				
PERFORACIÓN, PRUEBAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE FLUIDOS	PERFORACIÓN DE POZOS	Perforación de pozos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de hasta cinco (5) pozos exploratorios por localización, de aproximadamente 17.000 pies de profundidad, con posible reconversión de un pozo a inyector por localización para un total de hasta 50 pozos perforados.</li> </ul>																		
		Humedecimiento en vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizará humedecimiento de vías dentro del AID para el APE BERILO LLA-38 sobre los corredores viales que se adecuen y construyan, para la época de verano o tiempo seco y en los días soleados. El caudal a disponer será de hasta 2,7 l/s.</li> </ul>																		
		Transporte heliportado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movilización aérea mediante helicóptero para el transporte de personal y equipos entre las Localizaciones dentro del <b>APE BERILO LLA-38</b>, y desde o hacia otras estaciones o áreas de Ecopetrol o sus contratistas.</li> </ul>																		

ETAPA	SUB-ETAPA	ACTIVIDAD A LICENCIAR	DESCRIPCIÓN
PERFORACIÓN, PRUEBAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE FLUIDOS	PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	Pruebas de producción	- Se realizan pruebas cortas de producción con una duración aproximada de 30 días en promedio; en ellas son determinadas las características de los fluidos presentes en la formación de interés y de acuerdo con el resultado de estas se procede a las pruebas extensas de producción, que tendrán una duración aproximada entre 6 meses y un año..
		Transporte de los Fluidos mediante Carro Tanques	- Transporte de fluidos empleando carro tanques para el traslado y suministro de agua, desde los sitios de captación autorizados hacia los frentes de obra y las localizaciones, al igual que el transporte de las aguas residuales tratadas hacia los sitios de vertimiento autorizados. - Transporte de hidrocarburo u otro fluido necesario para el desarrollo de las actividades de exploración, entre las Localizaciones que se encuentran dentro del <b>APE BERILO LLA-38</b> . - Transporte fuera del <b>APE BERILO LLA-38</b> mediante la entrega a terceros autorizados (para el caso de las aguas residuales tratadas). - Transporte de fluidos hacia el <b>APE BERILO LLA-38</b> desde otras estaciones cercanas. - Transporte de fluidos desde otras instalaciones operativas de Ecopetrol S.A. hacia el <b>APE BERILO LLA-38</b> .
	INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO	Construcción de las Líneas de Flujo	- Construcción e instalación de hasta 60 Km de Líneas de Flujo al interior del APE con diámetros de tubería de hasta 6" (pulgadas), comunicando las Localizaciones. - Podrán ir a nivel de superficie del terreno y/o apoyadas en marcos "H" y/o enterradas. - Irán paralelas a las vías dentro del DDV de las mimas, el cual equivale a 25 m o a campo traviesa por terreno natural con un DDV de 12 m. - Podrán establecerse de 1 a 4 líneas de flujo dentro del DDV, dependiendo del fluido que se desea transportar (agua, aguas residuales tratadas, hidrocarburos y otros).
	INYECCIÓN	Inyección de aguas residuales industriales tratadas	- Se realizará la posible reconversión de un pozo exploratorio a inyector por localización, para la disposición final de las aguas residuales industriales tratadas, mediante la inducción del flujo en superficie hacia la formación o formaciones establecidas por Ecopetrol S.A. para un total de hasta 10 pozos exploratorios reconvertidos a inyectores. - Se realizarán pruebas de inyectividad y la inyección del fluido no sobrepasará las presiones máximas que se determinaron en la inyectividad.

Fuente: Antea Group, 2014

Además se incluyen dentro de los alcances el aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para el desarrollo de las actividades de perforación exploratoria:

- **Concesión de aguas superficiales:** Se solicitarán 12 puntos para captación de agua, con un caudal de captación en cada uno de 3,0 L/s para abastecimiento de la demanda doméstica e industrial del proyecto.
- **Exploración de aguas subterráneas:** Se solicita el permiso de exploración de agua subterránea, en diez (10) pozos, que capten los Depósitos Cuaternarios de Planicies Extensas, ubicados en cada una de las plataformas multipozos a construir, las cuales a su vez se ubicarán por zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental.
- **Vertimiento de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua superficial:** Se solicitarán dos (2) franjas para vertimiento de aguas tratadas: De acuerdo con los resultados del modelo de calidad de agua, se ha determinado que para los dos puntos del vertimiento en el Río Banadía, es viable efectuar el vertimiento durante todo el año, de acuerdo con el análisis de la oferta hídrica.

- **Vertimiento de aguas residuales tratadas en suelos:** Se solicitarán Zonas para disposición de aguas residuales tratadas (ZODAR) para vertimiento de aguas tratadas en suelos.
- **Reinyección:** Se proponen diez (10) pozos reinyectores, de los cuales a la fecha no se tiene especificada su ubicación, estos estarán uno en cada plataforma a construir, que a su vez se ubicarán de acuerdo a la zonificación ambiental y de manejo; los pozos reinyectores propuestos se distribuirán de acuerdo a las necesidades y a los resultados del plan de perforación exploratoria.
- **Ocupaciones de cauce:** Teniendo en cuenta la múltiple red hídrica que se presenta, muchas de las vías son cruzadas por caños, cañadas y ríos donde puede existir una obra de drenaje en mal estado o por el contrario no poseer ninguna; esto conlleva a realizar la solicitud de ocupaciones de cauce, para su solicitud, estas se han dividido en tres (3) modelos o tipos que permiten diferenciarlas claramente: el primer tipo corresponde a aquellas ubicadas sobre las vías descritas y donde sobre el trazado de las mismas existe una obra de drenaje en un cuerpo de agua en mal estado que deba ser reparada o cambiada, el segundo tipo se da sobre vías donde se cruce un cuerpo de agua y no exista ninguna obra de drenaje y el tercer tipo se da sobre terrenos naturales en los sitios que pueden ser susceptibles a ocupación por el trazado de vías nuevas y/o líneas de flujo proyectadas para construcción para el proyecto.
- **Aprovechamiento forestal:** Para el desarrollo de las etapas de adecuación y construcción del **APE BERILO LLANOS 38**, se solicitará permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado de 2.482,8 m<sup>3</sup> en bosque de galería y ripario, 4.183,6 m<sup>3</sup> en pastos arbolados y 388,5 m<sup>3</sup> en vegetación secundaria alta.

Dichas aspectos se presentan en la **Tabla 2-73** de demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales, mientras que la descripción detallada se muestra en el **Capítulo 4. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de los Recursos Naturales** del presente estudio.

Adicionalmente se llevará a cabo la contratación de la mano de obra requerida para el desarrollo de las actividades, tanto calificada y no calificada de la región, dentro del AID y las actividades de desmantelamiento, abandono y recuperación final.

De acuerdo a lo estipulado en las “Normas y estándares de emisiones admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas” (Resolución 0909 del 5 de junio de 2008 y Resolución 760 de 2010, modificada por la Resolución 2153 del 2 de noviembre de 2010), el ducto de dichas teas debe contar con una altura y ubicación que favorezca la dispersión de gases al aire, cumpliendo con los estándares de emisión que le son aplicables; adicionalmente, se dispondrá un cerramiento para las áreas donde estarán situadas, con el fin de restringir el acceso considerando el alto nivel de peligro debido a la radiación y potenciales derrames de crudo generados por eventuales deficiencias en el separador de prueba; de acuerdo a esto, se proyecta la construcción e instalación de teas como alternativa para el manejo de gases generados durante las etapas de perforación y pruebas de producción.

### 2.2.1 Etapas y cronograma general del proyecto

Para el desarrollo del Proyecto de Exploración del **APE BERILO LLA-38**; se contemplan diferentes actividades dentro del proyecto, las cuales se desarrollarán a lo largo de las siguientes etapas: Pre-Operativa; Mantenimiento, Adecuación y construcción; Perforación, pruebas de producción y transporte de fluidos y Desmantelamiento y Abandono.

- **Etapa Pre operativa:** En esta etapa se realizarán las labores de gestión comunitaria por medio de reuniones informativas y manejo específico de la parte social dentro de las áreas de influencia del proyecto; adicionalmente se llevará a cabo la negociación de tierras, predios y

servidumbres para la ubicación de Localizaciones y de aquellos sitios que puedan ser afectados por otro tipo de obras tales como la ampliación o construcción de vías de acceso, captaciones, vertimientos, ZODME o ZODAR; por último se realizará la contratación y capacitación del personal que laborará en la ejecución de las actividades del proyecto.

- **Etapa de Mantenimiento, Adecuación y Construcción:** Contempla las actividades correspondientes a: Localización y replanteo, Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para la construcción de infraestructura, Instalación y operación de campamentos para obras civiles, Construcción de helipuertos, Adecuación de los corredores existentes y/o la construcción de nuevos corredores viales de acceso, Transporte heliportado, Remoción de cobertura vegetal y descapote, Excavación, cortes y rellenos, Extracción de material de zonas de préstamo lateral, Adecuación de las ZODME, Adecuación de las ZODAR, Construcción de las obras civiles, Construcción de cruces de drenajes, Captación de agua superficial, Construcción de obras geotécnicas y ambientales, Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales y Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos.
- **Etapa de Pruebas de producción:** Contempla todas las actividades requeridas para la perforación y completamiento de pozos, pruebas de producción, instalación y operación de líneas de flujo e inyección de pozos.
- **Etapa de Desmantelamiento y abandono:** Contempla las actividades correspondientes a: Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos, Limpieza del área, Reconfiguración del terreno, Recuperación ambiental y Cierre de compromisos sociales en el área; si los resultados de las pruebas de producción son negativos, sus áreas podrán ser dispuestas para actividades propias del proyecto. Una vez se determine que el pozo no obtuvo resultados positivos, luego de evaluar el sitio se decidirá su abandono definitivo y se iniciará la etapa de desmantelamiento y abandono. En la **Tabla 2-4** se presentan las etapas, sub etapas y actividades de ejecución del proyecto.

**Tabla 2-4 Etapas y actividades de ejecución del proyecto APE BERILO LLA-38**

ETAPAS	SUB ETAPA	ÍTEM	ACTIVIDADES
PRE OPERATIVA		1	Gestión comunitaria
		2	Negociación de tierras predios y servidumbres
		3	Adquisición de bienes y servicios
		4	Contratación y capacitación de personal
MANTENIMIENTO, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS	5	Localización y replanteo
		6	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para la construcción
		7	Instalación y operación de campamentos para obras civiles
		8	Construcción de Helipuertos
		9	Conformación de superficie de rodadura
		10	Transporte Heliportado
		11	Remoción de cobertura vegetal y descapote
		12	Excavación, cortes y rellenos
		13	Extracción de material de zonas de préstamo lateral
		14	Adecuación de las ZODME
		15	Adecuación de las ZODAR
		16	Construcción de las obras de drenaje y estructuras en concreto
		17	Construcción de obras para cruces de drenajes
		18	Captación de agua superficial
		19	Construcción de obras geotécnicas y ambientales
		20	Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales
		21	Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos

ETAPAS	SUB ETAPA	ÍTEM	ACTIVIDADES	
PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	PERFORACIÓN DE POZOS	22	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para operación	
		23	Transporte Heliportado	
		24	Montaje de equipos y campamento	
		25	Perforación del pozo, completamiento y Operación de los equipos	
		26	Captación de agua superficial	
		27	Captación de agua subterránea	
		28	Manejo y disposición de residuos líquidos industriales	
		29	Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos	
		30	Manejo de residuos sólidos domésticos	
		31	Manejo de residuos sólidos de perforación	
		32	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación	
		33	Humedecimiento en vías	
		34	Registros (manejo de fuentes radiactivas)	
		PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	35	Separación y manejo de fluidos
	36		Operación de tea (horizontal y/o vertical)	
	37		Manejo de residuos sólidos de pruebas de producción	
	38		Transporte de fluidos por carro tanque	
	39		Evaporación mecánica	
	INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO	40	Movilización de equipos y transporte de tubería	
		41	Localización y replanteo	
		42	Acopio y tendido de tubería en zona de descarga	
		43	Desmante y descapote	
		44	Tendido, doblado, alineación y soldadura en la etapa de lingada	
		45	Zanjado, bajado y tapado	
		46	Construcción de obras para cruces especiales	
		47	Prueba hidrostática	
	INYECCIÓN	48	Inyección de aguas residuales industriales tratadas	
	DESMANTELIAMIENTO Y ABANDONO	DESMANTELIAMIENTO Y ABANDONO	49	Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipo
			50	Limpieza del área
			51	Reconformación del terreno
			52	Recuperación ambiental
			53	Cierre de compromisos sociales en el área

Fuente: Ecopetrol S.A., - modificado por Antea Group S.A.S., -2014

La profundidad de perforación de los pozos a taladrar puede ser de aproximadamente 17.000 pies, de acuerdo a los resultados de interpretación geológica y a las sísmicas realizadas en el área, donde se determinó que a esa profundidad se encontraba la formación de interés.

### 2.2.2 Cronograma de Actividades EIA APE BERILO LLA-38

Se proyecta dos (2) meses para realizar la gestión comunitaria, negociación de tierras predios y servidumbres, adquisición de bienes y servicios, y Contratación y capacitación de personal.

Se proyecta dos (2) meses para realizar las actividades de mantenimiento, adecuación y construcción de obras civiles como mantenimiento y adecuación de vías existentes, construcción de nuevos accesos, construcción y adecuación de localizaciones, entre otras, que permitirán comenzar con las actividades de perforación y completamiento de pozos, pruebas de producción y otros.

Se proyecta de 4 a 8 meses para realizar las actividades asociadas a perforación y completamiento de pozos, entre 7 y 12 meses para realizar pruebas de producción, 2,5 meses para la instalación y operación de líneas de flujo y 7 meses para llevar a cabo la Inyección de aguas residuales industriales tratadas.

En caso de que no se evidencie la presencia de hidrocarburos o sus condiciones de productividad sean inferiores a las esperadas se pasará a la etapa de desmantelamiento y abandono con una duración tentativa de siete (7) meses.

El cronograma planteado fue elaborado tomando como referencia la construcción de una plataforma exploratoria con su respectiva vía de acceso; por otra parte, la duración de las actividades corresponde a un estimado y es susceptible a variaciones dependiendo de las características de cada proyecto específico (locación vías, etc.). La duración total del proyecto exploratorio dependerá del número final de plataformas construidas de acuerdo a los resultados de la exploración. En la **Tabla 2-5** se presenta el cronograma estimado para el desarrollo del proyecto APE BERILO LLA-38.

**Tabla 2-5 Cronograma de ejecución de la obra civil y perforación del pozo por localización**

ETAPAS	ACTIVIDADES	TIEMPO																			
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	SIGUIENTES 4 MESES											
PRE OPERATIVA	<b>VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS</b>																				
	Gestión comunitaria.	■	■	■	■																
	Negociación de tierras predios y servidumbres.				■	■	■	■	■	■											
	Adquisición de bienes y servicios.			■	■	■	■	■	■	■											
	Contratación y capacitación de personal.			■	■	■	■	■	■												
MANTENIMIENTO, ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	<b>VÍAS DE ACCESO, LOCALIZACIONES Y OTROS</b>																				
	Localización y replanteo.																				
	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para la construcción																				
	Instalación y operación de campamentos para obras civiles.																				
	Construcción de helipuertos																				
	Conformación de superficie de rodadura																				
	Transporte Heliportado.																				
	Remoción de cobertura vegetal y descapote.																				
	Excavación, cortes y rellenos.																				
	Extracción de material de zonas de préstamo lateral.																				
	Adecuación de las ZODME.																				
	Adecuación de las ZODAR.																				
	Construcción de obras de drenaje y estructuras en concreto																				
	Construcción de obras para cruces de drenajes																				
	Captación de agua superficial.																				
Construcción de obras geotécnicas y ambientales.																					
Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales.																					
Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos.																					
PERFORACIÓN, PRUEBAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE FLUIDOS	<b>PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO DE POZOS</b>																				
	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para operación.																				
	Transporte Heliportado.																				
	Montaje de equipos y campamento.																				
	Perforación del pozo y Operación de los equipos.																				
	Captación de agua superficial.																				
	Captación de agua subterránea.																				
	Manejo y disposición de residuos líquidos industriales.																				
	Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos.																				
	Manejo de residuos sólidos domésticos.																				
	Manejo de residuos sólidos de perforación.																				
	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación.																				
	Humedecimiento en vías.																				
Registros (manejo de fuentes radiactivas).																					



### 2.2.3 Costos del proyecto de exploración

En la **Tabla 2-6**, se presenta el presupuesto estimado del proyecto de perforación exploratoria. Los valores presentados corresponden a costos estimados.

**Tabla 2-6 Presupuesto estimado del proyecto de perforación exploratoria**

ETAPA	ACTIVIDADES	VALOR (COP)	VALOR (USD)
Pre operativa	Negociación de tierras, predios y servidumbres	\$ 890.000.000	\$ 370.987,91
Mantenimiento, Adecuación y Construcción de Obras Civiles	Vías de acceso y localizaciones e instalaciones de apoyo	\$ 2.097.046.655	\$ 874.133,66
Pruebas de Producción	Perforación y completamiento	\$ 23.140.000.000	\$ 9.645.685,70
	Pruebas de Producción	\$ 1.780.000.000	\$ 741.975,82
Desmantelamiento y abandono	Recuperación Ambiental	\$ 572.953.345	\$ 238.830,07
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 28.480.000.000</b>	<b>\$ 11.871.613,17</b>

*\*Tasa Representativa 17 de Diciembre de 2014: \$ 2.399*

*Fuente: Ecopetrol 2013.*

Los costos planteados corresponden a un estimado tomando como referencia la construcción de una Localización con su respectiva vía de acceso y la perforación de un pozo; por tanto, pueden variar dependiendo de las características de cada proyecto específico (localizaciones, vías cantidad de pozos, etc.). El costo total del proyecto exploratorio dependerá de número final de plataformas construidas de acuerdo a los resultados de la exploración.

### 2.2.4 Estructura organizacional

La estructura organizacional para la ejecución de las actividades consideradas en el **APE BERILO LLA-38**, corresponde a la estructura establecida por Ecopetrol S.A, para el desarrollo de todas sus operaciones. Las partes internas de la organización, los contratistas y operarios de Ecopetrol S.A., que participan en las diferentes etapas para el desarrollo de la actividad, tienen la responsabilidad de ejecutar sus labores bajo el Sistema gerencial de gestión ambiental establecido de acuerdo con el numeral **2.2.4.1**. La estructura organizacional es de tipo vertical con delegación de funciones y responsabilidades acordes al funcionamiento de cada área, con el fin de cumplir los objetivos de su Política Ambiental con eficiencia y eficacia en el manejo de sus recursos tanto físicos como tecnológicos.

En la **Figura 2-4**, se observa el organigrama general de Ecopetrol S.A. En el proyecto interviene la Vicepresidencia de Exploración, quien evalúa la información existente y define los proyectos de búsqueda de nuevas reservas, junto con la Vicepresidencia de Producción que presta el soporte técnico y logístico en el área de operaciones y se hace cargo del manejo de producción, una vez perforado y probado el (los) pozo (s).

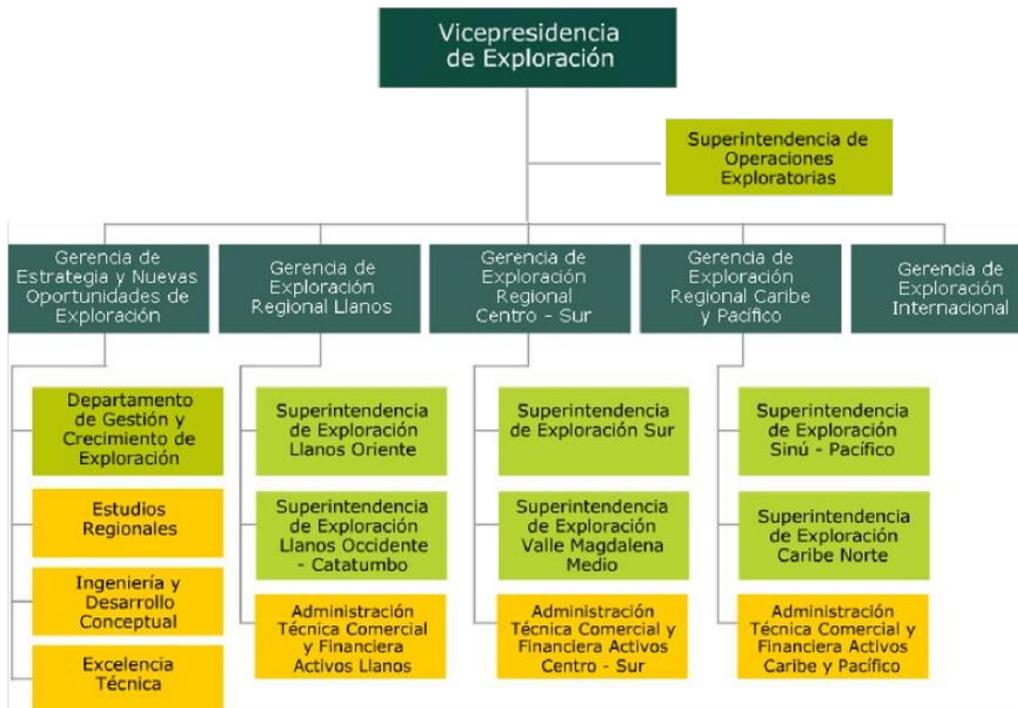
La ejecución del proyecto en el **APE BERILO LLA-38**, fue concebido por la Vicepresidencia Ejecutiva de Exploración y Producción, con el soporte de la Gerencia Técnica y de Desarrollo (GTD) y la Dirección HSE y Gestión Social (DHS) quienes atienden el manejo armónico de los asuntos ambientales, seguridad industrial, salud ocupacional y gestión social del proyecto.

En la **Figura 2-5** se observa el organigrama general la Vicepresidencia de Exploración de Ecopetrol S.A; cuyas dependencias serán las responsables del proyecto a través de la gerencia de exploración de la Regional Llanos.



**Figura 2-4 Organigrama General de Ecopetrol S.A.**

Fuente: Ecopetrol S.A. 2012 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014.



**Figura 2-5 Organigrama de la Vicepresidencia de Exploración de Ecopetrol S.A.**

Fuente: Ecopetrol S.A. 2012 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014

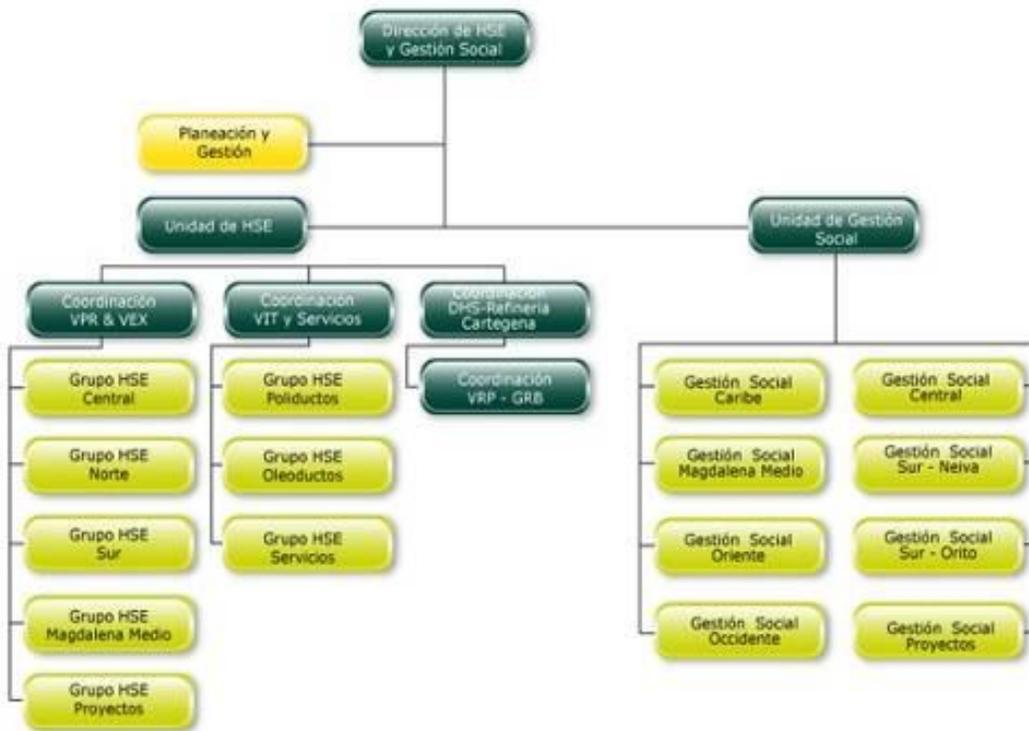
### 2.2.4.1 Sistema gerencial de gestión socio-ambiental

Ecopetrol S.A., consciente de la importancia de proteger y conservar el medio ambiente, ha incluido la variable ambiental como parte esencial del desarrollo de las actividades de exploración, producción, refinación, conducción, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos del país.

Se entiende como gestión el conjunto de acciones, decisiones, acuerdos y normas que se toman y ejecutan ante una situación ambiental determinada, la cual está enfocada hacia los procesos de transformación del medio natural. Dicha Gestión Ambiental, a nivel gerencial y de dirección, involucra las diferentes políticas ambientales con que cuenta Ecopetrol S.A., los estándares nacionales e internacionales y la Interventoría HSE, apoyada directamente por la Coordinación de Proyectos-DHS de Ecopetrol.

Para asegurar el cumplimiento de su visión sobre el medio ambiente y la comunidad, tiene implementado un Sistema Gerencial de Gestión Ambiental, el cual cuenta con políticas, objetivos, metas ambientales y Sistemas de Monitoreo, todo ello ejecutado a través de la Vicepresidencia de Producción y Vicepresidencia de Exploración (VPR & VEX) y la Unidad de Gestión Social; enfocado como un compromiso de nivel corporativo, lo cual garantiza su efectividad y eficiencia.

El gerenciamiento ambiental, incluyendo la gestión social del proyecto durante todas sus fases será asumido por la Dirección de HSE y Gestión Social – (DHS) en la dependencia regional donde se ubica el proyecto (Ver **Figura 2-6**).



**Figura 2-6 Sistema gerencial de gestión socio ambiental**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012 – modificado por Antea Group S.A.S., -2014

La Interventoría realizará una labor de seguimiento, control y monitoreo, la cual se debe llevar a cabo en coordinación directa con la Gerencia General del proyecto, la Coordinación de Proyectos de la Dirección de HSE y Gestión Social - DHS, las unidades operativas y administrativas del proyecto, las autoridades ambientales de la región y entidades gubernamentales (Alcaldías, Policía Nacional, grupos ecológicos y de desarrollo comunitario, etc.). Independientemente del rango, función o tipo de vinculación (contratistas, interventores, obreros, etc.), el cumplimiento de cada una de las normas ambientales depende de todas y cada una de las personas que laborarán directa o indirectamente en la perforación exploratoria y evaluación del pozo.

#### 2.2.4.2 Política de Responsabilidad Integral de Calidad, Gestión Social, Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, y Seguridad de Ecopetrol S.A.

En Ecopetrol S.A., se plantea actuar dentro de un marco de responsabilidad, integridad y respeto por las personas, las instituciones, el medio ambiente generando condiciones de desarrollo sostenible y valor para los accionistas. Ecopetrol S.A. formaliza su compromiso con esta política para la gestión en responsabilidad integral dentro del siguiente marco de acción:

- Responsabilidad Integral. Cumplimiento con las leyes y la normatividad aplicable en los sitios donde se ejecutan negocios. Interacción en búsqueda de una relación armónica con base en el mutuo beneficio. Apalancar las relaciones de negocios de Ecopetrol S.A. donde el valor Agregado y la efectividad de la gestión son reconocidos como ventajas por socios y clientes.
- Gestión Social. Operación en un marco de respeto por la integridad de las comunidades vecinas, apoyando el desarrollo económico, social y cultural. Acciones realizadas en forma articulada con las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, para facilitar el desarrollo de la actividad de Ecopetrol S.A. y de proyectos sociales y ambientales.
- Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Trabajo conjunto con socios, clientes, proveedores y contratistas para que los contratos, productos y servicios cumplan con los requisitos legales, políticas y directrices corporativas, promoviendo el mutuo beneficio. Brindando garantías de un ambiente de trabajo sano, limpio y seguro, haciendo que el actuar de los trabajadores esté siempre enmarcado dentro de los principios y normas de la empresa, procurando que cada uno asuma la responsabilidad derivada de sus actuaciones.  
  
Preparación para responder de forma rápida y efectiva a las situaciones de emergencia que puedan resultar de las operaciones de la empresa, mitigando y corrigiendo los efectos de las mismas, manteniendo un espíritu de cooperación con otras organizaciones de la industria, la comunidad y el gobierno.
- Aspectos de Seguridad. Respeto por los derechos humanos fundamentales, con un criterio de transparencia en el actuar. Protección de la vida e integridad de los trabajadores dentro de un marco de riesgo. Aseguramiento la integridad de las instalaciones, bienes e intereses de la empresa estableciendo esquemas de seguridad adecuados y apoyando a la fuerza pública en cumplimiento de sus funciones constitucionales.

#### 2.2.5 Infraestructura existente

Se presenta una descripción detallada de las vías existentes y las áreas donde se ha desarrollado actividad petrolera en AID del proyecto.

##### 2.2.5.1 Vías e infraestructura asociada

Para realizar la caracterización de la infraestructura vial que puede ser utilizada por el proyecto, se consideró la clasificación según su funcionalidad de las principales vías existentes asociadas al **APE BERILO (LLA-38)** de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 de

INVIAS (Ver **Tabla 2-7**). Así mismo, se adoptó la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para carreteras y el inventario de las características de los suelos; las categorías se subdividen en 7 tipos de estructuras viales, los cuales se describen en la **Tabla 2-8**. En el mapa CO\_L\_VIA\_20141014\_02 de accesibilidad se puede observar la distribución de la red vial existente.

**Tabla 2-7 Clasificación INVIAS de las Carreteras según su Funcionalidad**

Categoría*	Descripción
<b>TIPO PRIMARIO (PRIMER ORDEN)</b>	Son aquellas troncales, transversales y accesos a las Capitales y Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Las carreteras consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas y pueden tener una o dos calzadas.
<b>TIPO SECUNDARIO (SEGUNDO ORDEN)</b>	Son aquellas vías que unen las cabeceras Municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera Municipal y conectan con una carretera primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
<b>TIPO TERCARIO (TERCER ORDEN)</b>	Son aquellas vías de acceso que unen los centros poblados con sus Veredas o unen Veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado y el mantenimiento de estas vías está generalmente a cargo del Municipio.

\* Se deberá tener en cuenta para la ejecución de las actividades del proyecto, las restricciones que se presentan en la Ley 1228 de 2008, por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio para las carreteras del sistema vial nacional.

Fuente: Tomado y modificado de la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. Subsector Vial – INVIAS – Abril de 2011 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014.

**Tabla 2-8 Clasificación IGAC de las Carreteras según Cartografía Básica de Colombia**

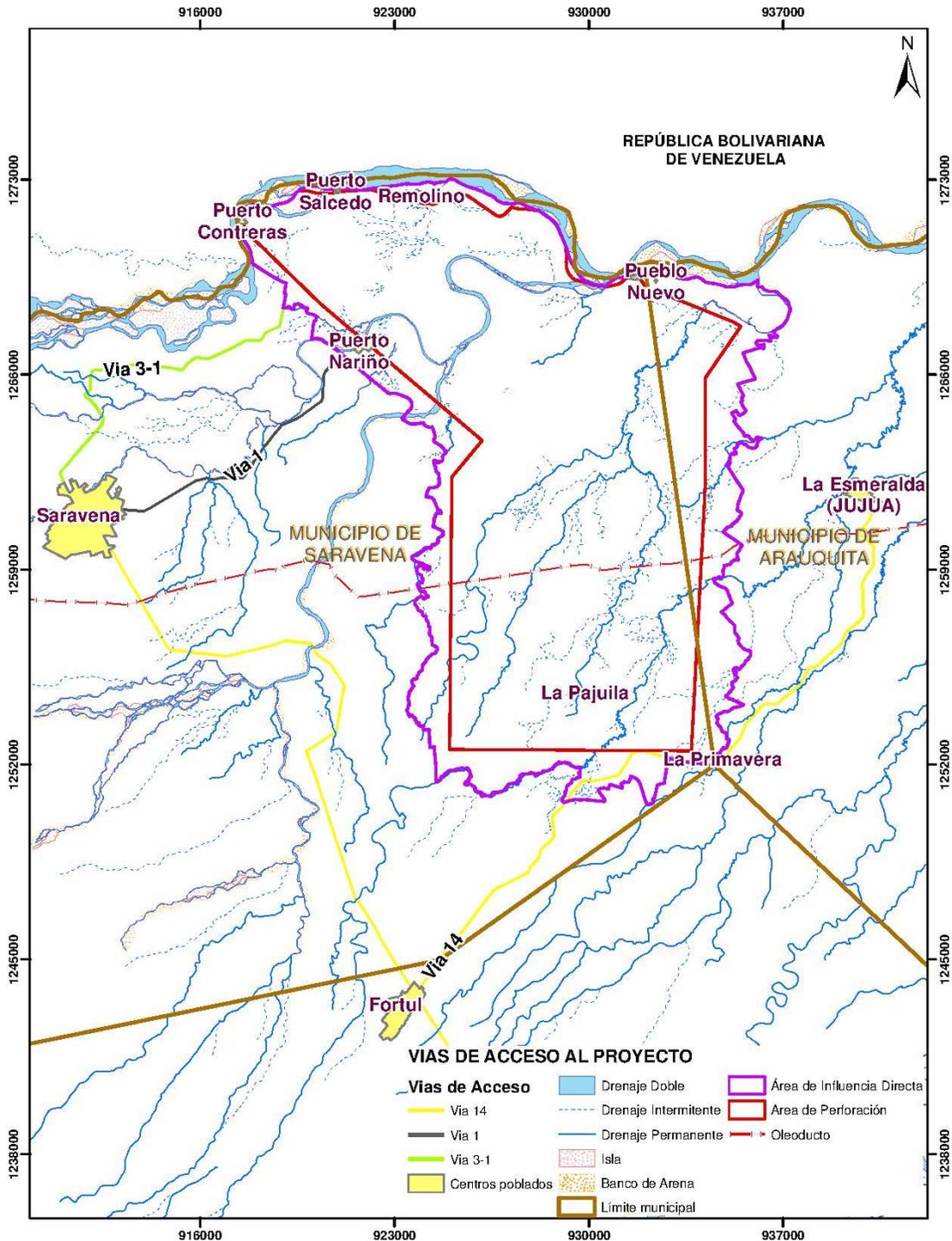
Carreteras	Descripción
<b>TIPO 1</b>	Carretera Pavimentada con un ancho de calzada entre 5 – 8 metros
<b>TIPO 2</b>	Carretera Sin Pavimentar con un ancho de calzada entre 5 – 8 metros
<b>TIPO 3</b>	Carretera Pavimentada con un ancho de calzada entre 2 – 5 metros
<b>TIPO 4</b>	Carretera Sin Pavimentar con un ancho de calzada entre 2 – 5 metros
<b>TIPO 5</b>	Carretera Sin Pavimentar Transitable en Tiempo Seco
<b>TIPO 6</b>	Huella vehicular sobre terreno natural
<b>TIPO 7</b>	Sendero

Fuente: Tomado y modificado del Curso Cartografía Básica y Digital – Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas. Unidad I, Tema 6: Especificaciones y consideraciones generales para la digitalización y edición de cartografía – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014

A continuación se describen de forma general las posibles rutas de acceso al **APE BERILO LLA-38**, las cuales fueron clasificadas de acuerdo a lo criterios establecidos por el INVIAS e IGAC consignados en la **Tabla 2-7** y en la **Tabla 2-8**.

#### 2.2.5.1.1 Vías y rutas de acceso al APE BERILO LLA-38

Para el ingreso por vía terrestre de maquinaria, equipos y personal a la zona de interés ubicada en jurisdicción de los municipios de Arauquita y Saravena (dentro del departamento de Arauca), se toma la Ruta 65 (Vía Marginal de la selva) desde la ciudad de Yopal - Casanare recorriendo una distancia de 295 Km. Partiendo del Centro poblado de Saravena, se cuenta con tres rutas de acceso cuya ubicación general se presenta en la **Figura 2-7** y cuya descripción general se presenta a continuación.



**Figura 2-7 Alternativas terrestres de accesibilidad al (APE) BERILO LL-38**

Fuente: Antea Group S.A.S., 2014

- **Ruta 1: Centro poblado de Saravena – Vereda Puerto Nariño (Vía 1):** El corredor vial de acceso al APE BERILO LLA-38 parte del Centro poblado de Saravena y recorre en sentido Nororiental una longitud de 11,13 Km hasta el límite del Área de influencia directa del proyecto al interior de la Vereda Puerto Nariño; la vía es de orden secundario de acuerdo a la

clasificación INVIAS (**Tabla 2-7**), cuenta con un ancho promedio de 4 m, presenta buenas condiciones de transitabilidad, capa de rodadura en carpeta asfáltica, buenas condiciones de señalización, bajo tráfico y se encuentra ubicada en terreno plano. Ver **Fotografía 2-1**, **Tabla 2-9** y **Tabla 2-10**.



**Fotografía 2-1** Ruta 1: Centro poblado de Saravena – Vereda Puerto Nariño (Vía 1) en buen estado

*Fuente: Antea Group S.A.S,-2014*

- **Ruta 2: Casco urbano de Saravena – Vereda Charro Centro (Vía 3-1):** El corredor vial de acceso al APE BERILO LLA-38 parte del Casco Urbano de Saravena y recorre en sentido Nororiental una longitud de 11,77 Km hasta el límite del Área de influencia directa del proyecto al interior de la Vereda Charo Centro; la vía es de orden terciario de acuerdo a la clasificación INVIAS (**Tabla 2-7**) , cuenta con un ancho promedio de 8 m y buenas condiciones de transitabilidad, presenta buenas condiciones de transitabilidad, capa de rodadura en concreto asfáltico, buenas condiciones de señalización, bajo tráfico y se encuentra ubicada en terreno plano. Ver **Fotografía 2-2**, **Tabla 2-9**, **Tabla 2-15** y **Tabla 2-16**.



**Fotografía 2-2** Ruta 2: Casco urbano de Saravena – Vereda Charo Centro (Vía 3-1) en buen estado

*Fuente: Antea Group S.A.S,-2014.*

- **Ruta 3: Centro poblado de Saravena – Fortul - Centro poblado La Esmeralda (Jujua) (Vía 14):** El corredor vial de acceso al **APE BERILO LLA-38** parte del Centro poblado de Saravena y recorre en sentido Suroriental una longitud de 24,37 Km hasta el Centro poblado el Fortul, posteriormente parte en sentido Nororiental una longitud de 9,11 Km hasta el límite del Área de influencia directa del proyecto al interior de la Vereda Alpes 1 y finalmente recorre una longitud de 18,71 Km hasta el Centro poblado La Esmeralda (Jujua); la vía es de orden primario en el tramo comprendido entre el Centro poblado de Saravena y el Centro poblado El Fortul, y de orden secundario desde el Centro poblado el Fortul hasta el Centro poblado La Esmeralda (Jujua) de acuerdo a la clasificación INVIAS (**Tabla 2-7**); , cuenta con un ancho promedio de 10 m en el primer tramo, de 8 m en el segundo tramo y buenas condiciones de transitabilidad presenta buenas condiciones de transitabilidad, capa de rodadura en concreto asfáltico, buenas condiciones de señalización, bajo tráfico y se encuentra ubicada en terreno plano. Ver **Fotografía 2-3, Tabla 2-9 y Tabla 2-52.**



**Fotografía 2-3 Ruta 3: Centro poblado de Saravena – Centro poblado La Esmeralda (Jujua) (Vía 14) – Tramo 1 Centro poblado de Saravena – Centro poblado el Fortul en buen estado**

#### 2.2.5.1.2 Vías existentes en el APE BERILO LLA-38

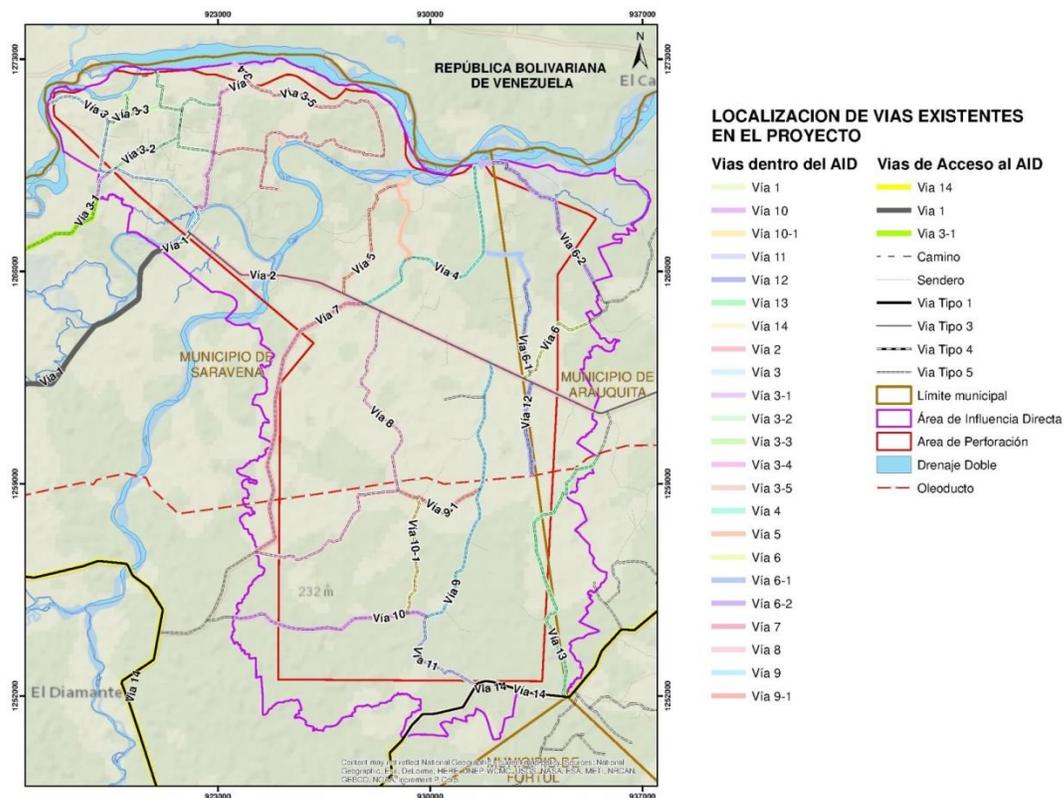
El área de estudio se encuentra ubicada en una extensa llanura aluvial de desborde; en relieve plano a ligeramente ondulado y pendientes entre el 1 y 7%; las vías de acceso de movilización interna identificadas en el recorrido de campo se presentan en el **ANEXO CARTOGRÁFICO - CO\_L\_VIA\_20141014\_02 – ACCESIBILIDAD**. Cabe destacar que para la zona de interés existen buenas condiciones de accesibilidad vial de acuerdo a la caracterización realizada, existen vías de acceso que constituyen corredores locales entre vías veredales de orden terciario, carretables y accesos a predios y/o fincas, que permiten la comunicación interna en el área y de ésta con los municipios de Saravena y Arauquita y algunos de sus centros poblados, caseríos y/o puertos fluviales.

Con el fin de lograr caracterizar asertivamente las vías de acceso al interior **APE BERILO LLA-38** que pueden llegar a ser implementadas durante el desarrollo del proyecto y que son objeto de mantenimiento y/o adecuación, se consultó previamente al inicio de la fase de campo la información secundaria de la infraestructura vial existente consignada en los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial de los municipios de Saravena y Arauquita; de acuerdo a la información obtenida se pretendía identificar los tipos de vías según su funcionalidad, estado actual y referenciación geográfica, no obstante, la información consignada en dicha documentación no se encuentra a un nivel de detalle que permita soportar dichas características, por tal razón, se tomó como referencia la imagen digital **Ortofotomosaico ORTO LLANOS 39 0512A Nivel de**

**Resolución por pixel 0.8 Metros. Enero 2012. Propiedad ECOPETROL S.A.**, la cual cuenta con el nivel de detalle requerido para identificar los alineamientos horizontales y la caracterización preliminar del tipo de vía para cada uno de los corredores viales.

Por temas de seguridad pública, no fue posible llevar a cabo el levantamiento del 100% de los corredores viales identificados para el acceso a las diferentes localizaciones del **APE BERILO LLA-38**, por tanto, algunos fueron descritos con base en cartografía e información existente del área de estudio teniendo en cuenta que todas las vías del APE mantienen características similares. La infraestructura vial levantada durante la etapa de campo corresponde al 52,62% del total de las vías con una longitud de 136,18 Km (Vía 1 a 6-2), el 47,38% de las vías restantes fueron identificadas cartográficamente y corresponden a una longitud total de 122,66 Km (Vía 7 a 14). Es importante resaltar que en el respectivo PMA de cada uno de las localizaciones a construir, se realizará la descripción a detalle de los corredores viales a utilizar y las respectivas ocupaciones de cauce a intervenir.

A partir de las alternativas de acceso de carácter nacional antes descritas en el **numeral 2.2.5.1.1**, se identificó un total de veintitrés (23) vías al interior del **APE BERILO LLA-38**; su localización general se presenta en la **Figura 2-8**, en la **Tabla 2-9** se presenta su descripción general y en las **Tabla 2-10 a Tabla 2-52** se presenta su descripción detallada.



**Figura 2-8 Localización vías de acceso existentes en el APE BERILO LLA-38**  
Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

.Tabla 2-9 Descripción de las Vías Existentes en el APE BERILO LLA-38

VÍA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		USO	VEREDAS	LONGITUD TOTAL (Km)	LONGITUD DE ACCESO AL AID (Km)	LONGITUD AL INTERIOR DEL AID (Km)
		TIPO INVIAS	TIPO IGAC					
1	Vía de acceso al APE BERILO LLA-38, parte del Centro poblado de Saravena y comunica la Vereda Puerto Nariño; dicha vía se encuentra en su mayoría fuera del AID del proyecto.	SECUNDARIA	3	PUBLICO	Municipio de Saravena (Banadía Medio, Unión San Rafael, Bajo Banadía y Puerto Nariño).	12,28	11,33	1,15
2	Vía que comunica el Centro poblado de Puerto Nariño desde la abscisa K18+980 con el Centro poblado La Esmeralda hasta la abscisa K19+300, atravesando el APE de Oeste a Este hasta la abscisa K14+840. La vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	SECUNDARIA	3	PUBLICO	Municipio de Saravena (Puerto Nariño, Banadía, Bocas de Banadía y Caño Boga) y Municipio de Arauquita (El Porvenir y La Esmeralda).	18,98	4,14	14,84
3	Vía que comunica el Centro poblado de Puerto Nariño con el Centro poblado Puerto Contreras en la abscisa K8+590 llegando al Río Arauca; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Centro 2, Charo Centro y Puerto Contreras).	8,59	0,0	8,59
3-1	Vía de acceso al APE BERILO LLA-38; parte del Casco Urbano de Saravena por el costado norte y comunica la Vereda Charo Centro; la vía se encuentra en su mayoría fuera del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Alto y Charo Centro).	12,81	11,82	0,99
3-2	En la abscisa K4+000 de la Vía 3 se encuentra un cruce en sentido noreste, a partir de este punto comunica el Caserío Puerto Salcedo en la abscisa K5+400 llegando al Río Arauca; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Centro, El Dique y La Palma).	8,30	0,0	8,30
3-3	En la abscisa K6+200 de la Vía 3 se encuentra un cruce en sentido este y comunica la Vereda El Dique; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Centro y El Dique).	2,92	0,0	2,92
			7					

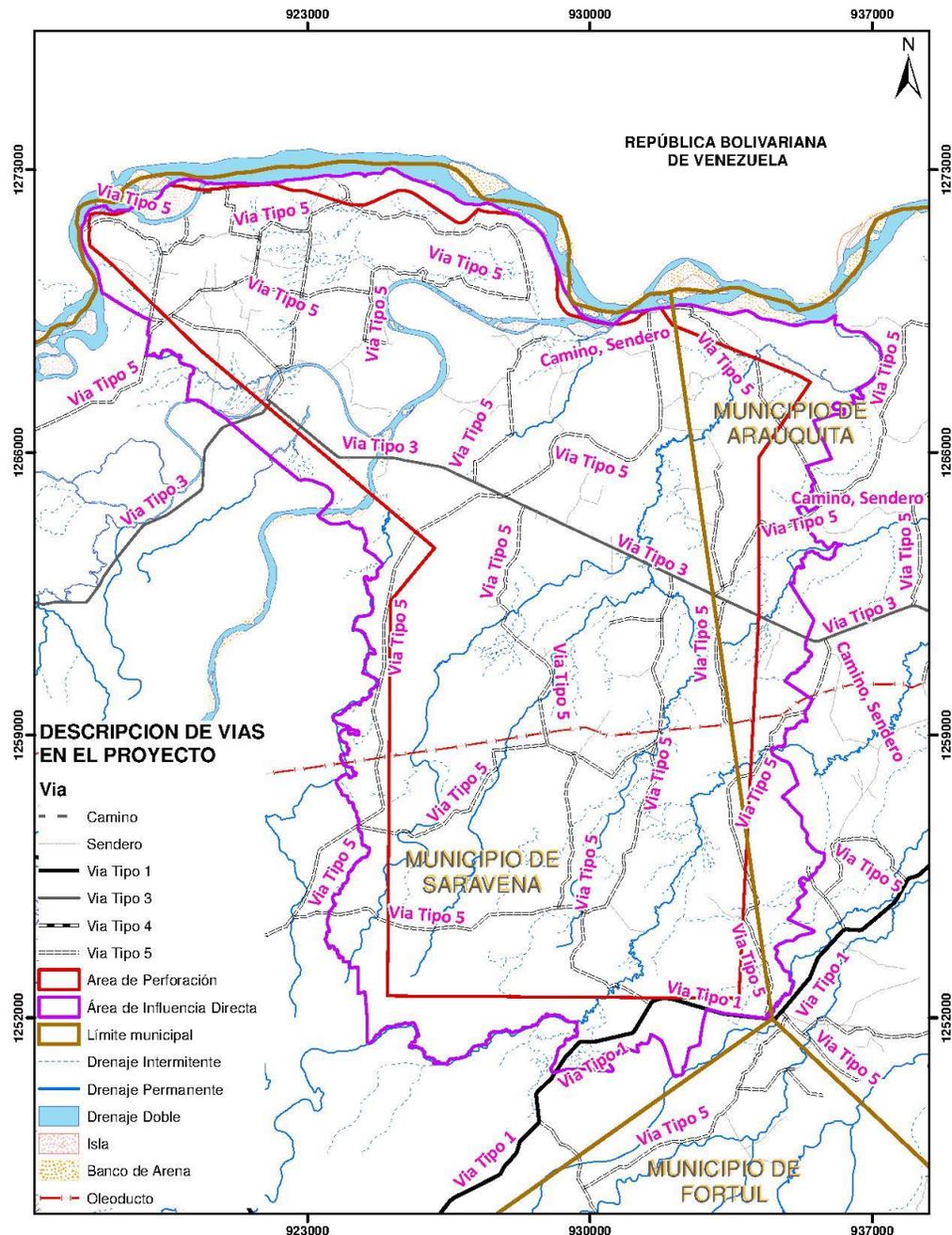
VÍA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		USO	VEREDAS	LONGITUD TOTAL (Km)	LONGITUD DE ACCESO AL AID (Km)	LONGITUD AL INTERIOR DEL AID (Km)
		TIPO INVIAS	TIPO IGAC					
3-4	En la abscisa K0+950 de la Vía 3 se encuentra un cruce en sentido noreste, comunica el Centro poblado Remolino hasta la abscisa K6+100; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Centro y La Palma).	6,10	0,0	6,10
	7							
3-5	En la abscisa K2+200 de la Vía 3-4 se encuentra un cruce en sentido sureste, comunica el Centro poblado Remolino hasta la abscisa K13+400; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Charo Centro, La Palma, Charo Bajo 1 y Charo Bajo 2).	15,24	0,0	15,24
	7							
4	En la abscisa K6+500 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido noreste, comunica el Centro poblado de Puerto Lleras en la abscisa K8+310; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Bocas de Banadía, Las Delicias, Cisneros y Puerto Lleras).	8,31	0,0	8,31
	7							
5	En la abscisa K5+700 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido norte, y posteriormente se intercepta con la Vía 4 en la abscisa K7+800; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Bocas de Banadía, Cobalongos y Las Delicias).	8,16	0,0	8,16
	7							
6	En la abscisa K12+500 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido noreste, comunica el Centro poblado La Esmeralda por el costado norte; la vía se encuentra en su totalidad al interior del APE hasta la abscisa K3+370; la vía se encuentra en su mayoría fuera del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Arauquita (El Porvenir y Pueblo Nuevo).	21,91	18,54	3,37
6-1	En la abscisa K0+300 de la Vía 6 se encuentra un cruce en sentido noroeste, se intercepta con la Vía 4; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Arauquita (El Porvenir y Pueblo Nuevo) y Municipio de Saravena (Las Delicias).	5,46	0,0	5,46
	7							

VÍA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		USO	VEREDAS	LONGITUD TOTAL (Km)	LONGITUD DE ACCESO AL AID (Km)	LONGITUD AL INTERIOR DEL AID (Km)
		TIPO INVIAS	TIPO IGAC					
6-2	En la abscisa K4+300 de la Vía 6 se encuentra un cruce en sentido noroeste, comunica el Centro poblado de Puerto Lleras; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Arauquita (El Porvenir y Pueblo Nuevo).	7,12	0,89	6,23
	7							
<b>Longitud total corredores viales levantados en campo (Km)</b>						<b>136,18</b>	<b>46,52</b>	<b>89,66</b>
7	En la abscisa K6+500 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido suroeste; la vía se encuentra al interior del APE hasta la abscisa K10+280; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Bocas de Banadía, La Unión, La Pajulla, La Chucua, Comuneros, Alpes 2 y Barrancones).	14,98	4,7	10,28
8	En la abscisa K7+150 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido suroeste; la vía se encuentra al interior del APE hasta la abscisa K12+800; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Bocas de Banadía, Agua Santa, La Granada, Alta Pajulla y Comuneros).	13,03	0,03	13,00
9	En la abscisa K11+150 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido sur, a comunica el Caserío La Pajulla; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (Caño Boga, El Porvenir, La Granada y Pajulla).	9,34	0,0	9,34
9-1	En la abscisa K4+400 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido suroeste; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (La Granada).	3,28	0,0	3,28
10	Parte del caserío La Pajulla en sentido oeste; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (La Pajulla).	7,61	0,91	6,70
10-1	Parte del caserío La Pajulla en sentido norte; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (La Pajulla).	4,00	0,0	4,00
11	Parte del caserío La Pajulla en sentido sur comunicando las fincas de la vereda; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (La Pajulla).	3,74	0,0	3,74

VÍA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		USO	VEREDAS	LONGITUD TOTAL (Km)	LONGITUD DE ACCESO AL AID (Km)	LONGITUD AL INTERIOR DEL AID (Km)
		TIPO INVIAS	TIPO IGAC					
12	En la abscisa K12+700 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido sur, comunica las fincas de la vereda; la vía se encuentra en su totalidad al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (El Porvenir).	3,23	0,0	3,23
13	En la abscisa K14+200 de la Vía 2 se encuentra un cruce en sentido sur, comunica el caserío La Primavera; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto.	TERCIARIA	5	PUBLICO	Municipio de Saravena (El Porvenir, Alto Pajuela y La Primavera).	11,22	1,98	9,24
14	Vía de acceso hacia al APE BERILO LLA-38, comunica el Centro Urbano de Saravena y el Centro Poblado de Fortul y este con el Centro poblado La Esmeralda; la vía la vía se encuentra en su mayoría fuera del AID del proyecto.	PRIMARIA EN EL TRAMO FORTUL-SARAVENA (24,37 Km) SECUNDARIA EN EL TRAMO FORTUL – CENTRO POBLADO LA ESMERALDA (27,9 Km)	1	PUBLICO	Municipio de Saravena (Alpes 2, Alpes 1, La Primavera y Jujo).	52,19	47,56	4,63
<b>Longitud total corredores viales descritos con base en información cartográfica (Km)</b>						<b>122,62</b>	<b>55,18</b>	<b>67,44</b>
<b>LONGITUD TOTAL VÍAS EXISTENTES EN EL APE BERILO LLA-38 (Km)</b>						<b>258,80</b>	<b>101,70</b>	<b>157,10</b>
<p><b>Nota:</b> Los kilómetros de vías que por temas de orden público no fueron caracterizados en campo y cuya descripción no fue posible corroborar se consideran con características equivalentes a las de los corredores viales descritos en el presente estudio. El estimativo de las longitudes de vías que no se caracterizaron se presenta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo 5 (Carretera Sin Pavimentar Transitible en Tiempo Seco): 1,64 Km.</li> <li>- Tipo 6 (Huella vehicular sobre terreno natural): 0,68 Km.</li> <li>- Tipo 7 (Sendero): 50,69 Km.</li> </ul> <p>Dichas longitudes serán tenidas en cuenta para la realización de actividades de adecuación o construcción según sea el caso, si llegan a requerirse durante el desarrollo del proyecto.</p>								

Fuente: Antea Group S.A.S,-2014.

Dado lo anterior, se identificaron 258,80 Km (29,86%) de vías existentes asociadas al APE **BERILO LLA-38**, de los cuales 101,90 Km (39,37%) corresponden a los corredores viales de acceso al AID del proyecto y 157,10 Km (60,70%) se encuentran al interior de dicha área. Ver **Figura 2-9**.

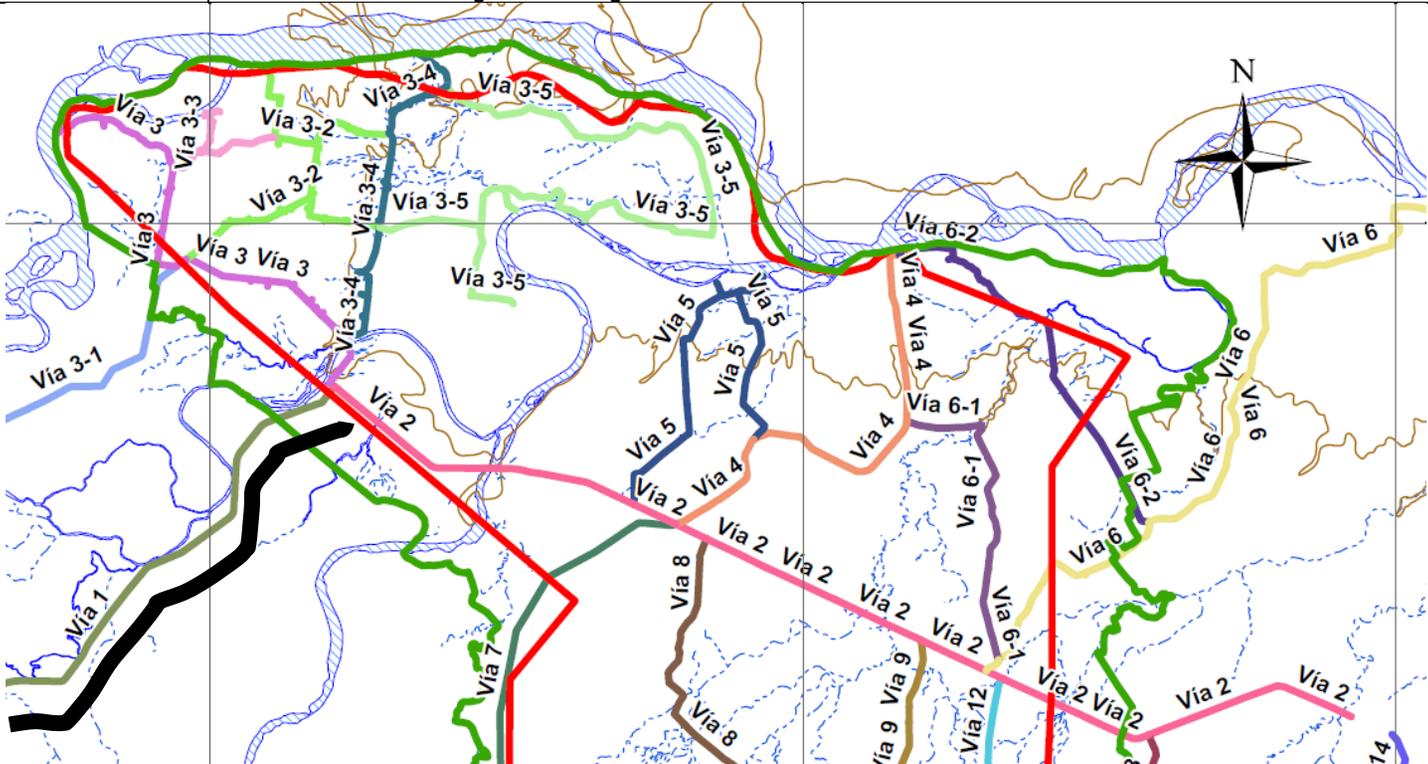


**Figura 2-9** Clasificación IGAC y descripción de vías de acceso en el APE **BERILO LLA-38**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

A continuación, se hace una descripción de las vías existentes y el estado actual de cada una de ellas de acuerdo a las observaciones y datos obtenidos en campo (**Tabla 2-10** a **Tabla 2-52**).

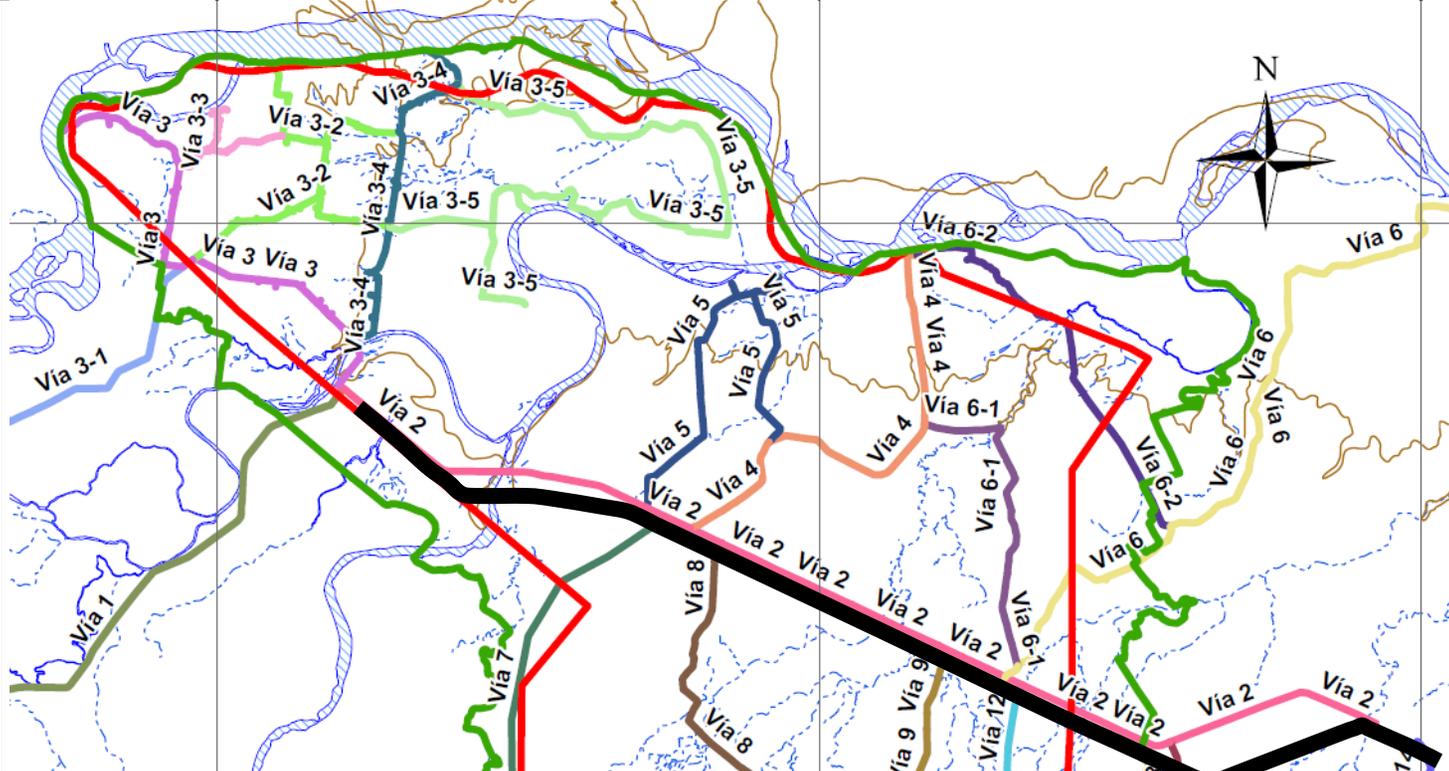
**Tabla 2-10 Descripción Vía 1 (Accesos al APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
1	12,28	BUENA	<p>Corredor vial con pavimento asfáltico en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano e inicia en la cabecera municipal de Saravena en dirección Noreste. Su ancho promedio es de 4,0 m cuenta con obras de drenaje transversal en buen estado y escasas obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan diversos tipos de vehículos entre camiones, camionetas y motos, los cuales se dirigen a Puerto Nariño y Arauquita. En general la vía se encuentra en buen estado, su mantenimiento está a cargo del municipio de Saravena y la gobernación de Arauca; la vía se encuentra en su mayoría fuera del área de influencia del <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Fotografía 2-4</b> a <b>Figura 2-10</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-10 Vía 1 hacia el APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.-2014</p>

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
<p><b>Fotografía 2-4 Buen estado de la vía entre Saravena y Puerto Nariño</b></p>			

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-11 Descripción Vía 2 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
2	18,98	BUENA	<p>Corredor vial con pavimento asfáltico en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano e inicia en el Centro poblado de Puerto Nariño en dirección Oeste - Este. Su ancho promedio es de 9,0 m, cuenta con obras de drenaje transversal en buen estado y escasas obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan diversos tipos de vehículos entre camiones, camionetas y motos, los cuales se dirigen a La Esmeralda y Arauquita. En general la vía se encuentra en buen estado, su mantenimiento está a cargo del municipio de Saravena y la gobernación de Arauca; la vía se encuentra en su mayoría al interior del AID del proyecto. Ver <b>Figura 2-11</b> y <b>Fotografía 2-5</b> a <b>Figura 2-8</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-11 Vía 2 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-5 Vía en buen estado de transitabilidad, coordenadas 0921904E- 1267405N (magna –este)



Fotografía 2-6 Puente en buen estado sobre el Río Banadía, coordenadas 0924719E- 1265890N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-7 Pontón en buen estado sobre el Caño Hormiga, coordenadas 0930642E- 1263753N (magna –este)



Fotografía 2-8 Pontón en buen estado sobre el Caño Pajuela, coordenadas 931456E- 1263231N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

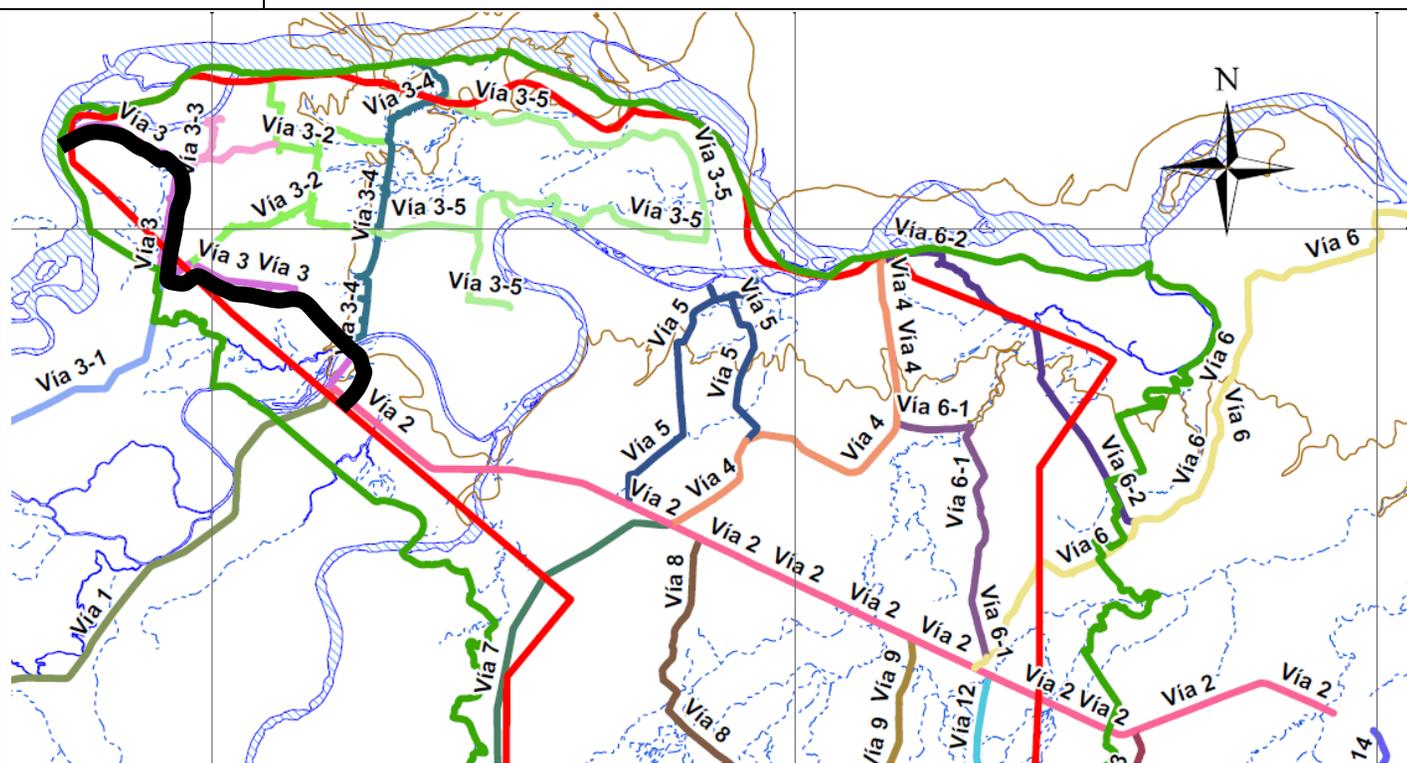
Tabla 2-12 Infraestructura en la Vía 2 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	922.341	1.267.043	1.253.887	1.267.606	K0+430	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, buen estado, 10 metros de longitud y descole en concreto. Falta limpieza y rocería.
PONTÓN	922.796	1.266.666	1.254.345	1.267.232	K1+000	Pontón en concreto en buen estado de 4 metros de longitud por 10 metros de ancho, saturado por sedimentos. Falta drenaje, limpieza y rocería.
PUENTE	924.719	1.265.890	1.256.275	1.266.468	K3+200	Puente sobre el Río Banadía en buen estado, de aproximadamente 67 metros de longitud por 4,5 metros de ancho, en concreto reforzado con doble viga ( <b>Fotografía 2-6</b> ).B Falta mantenimiento general y arreglo en rampas de acceso.
BOXCULVERT	924.873	1.265.873	1.256.429	1.266.452	K3+400	Box Culvert en concreto en buen estado, de 4,4 metros de largo por 11,5 metros de ancho, con gaviones en piedra enmallada en regular estado, de 8,5 metros de largo por 1,1 metros de ancho. Falta de mantenimiento y arreglo del gavión.
ALCANTARILLA	924.939	1.265.874	1.256.495	1.266.453	K3+410	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en mal estado, saturada y tapada. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	925.984	1.265.705	1.257.542	1.266.291	K4+500	Alcantarilla doble de 36" cada tubo, en concreto, obra nueva, ancho 9,8 metros por 1,5 metros de largo. Falta limpieza.
ALCANTARILLA	926.222	1.265.664	1.257.780	1.266.251	K4+700	Alcantarilla sencilla de 36" en construcción.
ALCANTARILLA	926954	1.265.366	1.258.515	1.265.958	K5+600	Alcantarilla sencilla de 36" en construcción.
CRUCE DE VÍA	927.132	1.265.263	1.258.693	1.265.856	K5+800	Cruce de la vía o intercepción de la VIA-5.
CRUCE DE VÍA	927.863	1.264.931	1.259.427	1.265.528	K6+500	Cruce de la vía o intercepción de la VIA-4 y VIA-7.
ALCANTARILLA	928.098	1.264.810	1.259.663	1.265.408	K6+800	Alcantarilla doble de 36" cada tubo en concreto, en buen estado, de 11,1 metros de ancho por 2,5 metros de ancho con aletas en concreto. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928150	1.264.786	1.259.715	1.265.385	K6+900	Alcantarilla doble de 36" en concreto, en buen estado de 9,4 metros de ancho por 2,8 metros de longitud. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	928.366	1.264.678	1.259.932	1.265.278	K7+150	Cruce de la vía o intercepción de la VIA-8.
ALCANTARILLA	929.997	1.263.916	1.261.569	1.264.526	K8+900	Alcantarilla doble de 36" en concreto, en regular estado, con maleza y sedimentos, con 9 metros de ancho por 3 metros de longitud. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	931.029	1.263.430	1.262.605	1.264.046	K10+100	Pontón en concreto en buen estado, de 6 metros de largo por 6,1 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	931.196	1263352	1.262.773	1.263.969	K10+200	Alcantarilla doble de 36" en concreto, en buen estado, de 10 metros de ancho por 2,6 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	931.259	1.263.322	1.262.836	1.263.939	K10+300	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, en buen estado, de 10 metros de ancho por 2,6 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
BOXCULVERT	931.342	1.263.283	1.262.919	1.263.901	K10+400	Box Culvert en concreto, en buen estado, de 6,3 metros de ancho por 3 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	931.456	1.263.231	1.263.034	1.263.850	K10+500	Pontón en concreto en buen estado, 7 metros de ancho por 3,6 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	931.979	1.262.981	1.263.559	1.263.603	K11+150	Cruce de la vía o intercepción de la VÍA 9.
ALCANTARILLA	932.554	1.262.722	1.264.136	1.263.347	K11+700	Alcantarilla sencilla de 36" en construcción.
VÍA	932.697	1.262.652	1.264.279	1.263.278	K11+900	Hueco y fusilamientos en la carpeta asfáltica de la vía. Falta de mantenimiento sobre la carpeta y posible construcción de una obra de drenaje.
VIVIENDA	932.624	1.262.824	1.264.205	1.263.450	K12+200	Vivienda de la Finca NN.
VIVIENDA	932.656	1.262.805	1.264.237	1.263.431	K12+300	Vivienda en mampostería de la Finca NN.
CRUCE DE VÍA	933.087	1.262.474	1.264.670	1.263.102	K12+500	Cruce de vía o intercepción de la VIA-6.
BOXCULVERT	933.377	1.262.334	1.264.962	1.262.964	K12+700	Box Culvert en concreto, en buen estado, de 8,6 metros de ancho por 2,4 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	933.384	1.262.329	1.264.969	1.262.959	K12+700	Cruce de vía o intercepción de la VÍA -12.
CRUCE DE OLEODUCTO	933.384	1.262.329	1.264.969	1.262.959	K12+700	Cruce del oleoducto Caño Limón Coveñas.
LÍNEA ACUEDUCTO	932.961	1.262.629	1.264.544	1.263.257	K12+700	Cruce de la línea de flujo con agua potable del acueducto de la vereda.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-13 Descripción Vía 3 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3	8,59	BUENA	<p>Corredor vial en capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,3 y los 0,9 m de altura, inicia en el Centro poblado de Puerto Nariño en dirección Noreste. Cuenta con obras de drenaje transversal en buen estado y escasas obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan diversos tipos de vehículos entre camiones, camionetas y motos que se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores finalizando el trayecto en el Centro poblado de Puerto Contreras. Las condiciones geométricas inician con un ancho de 9,0 metros y va disminuyendo hasta llegar a un ancho promedio de 5,0 m; la vía se encuentra en su totalidad al interior del área de influencia del proyecto APE BERILO LLA-38. Ver <b>Figura 2-12</b> y <b>Fotografía 2-9</b> a <b>Fotografía 2-12</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-12 Vía-3 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-9 Vía en buen estado de transitabilidad, coordenadas 0921620E- 1267642N (magna –este)



Fotografía 2-10 Box Culvert en buen estado por escorrentía, coordenadas 0922233E- 1267594N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Fotografía 2-11** Puente en buen estado sobre Río Madre Vieja, coordenadas 0922311E- 1267985N (magna –este)



**Fotografía 2-12** Alcantarillas saturadas en mal estado, coordenadas 0919324E- 1271051N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

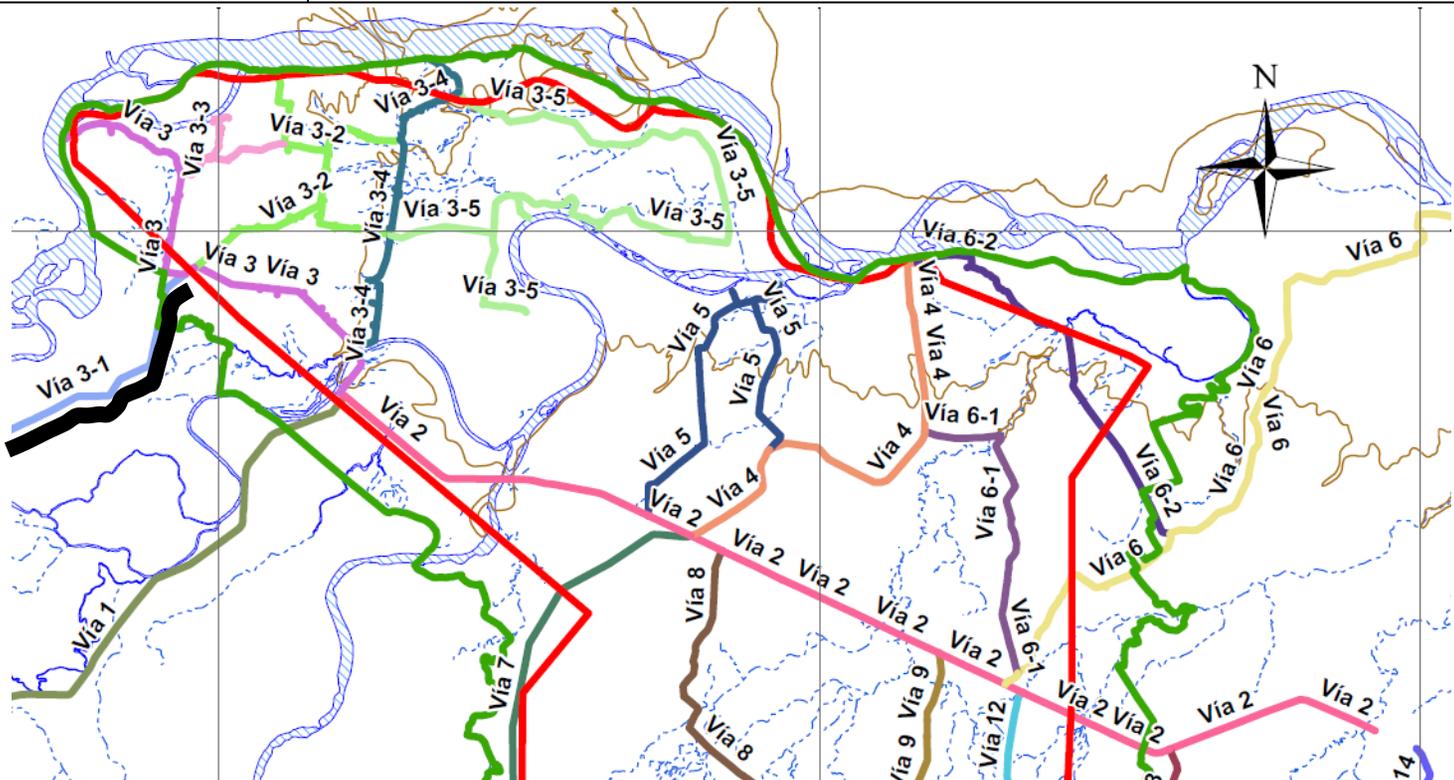
Tabla 2-14 Infraestructura en la Vía 3 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	922.111	1.267.442	1.253.655	1.268.004	K0+150	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto en buen estado, de 6,7 metros de ancho por 1 metro de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.126	1.267.461	1.253.670	1.268.023	K0+180	Pontón en concreto en buen estado, de 5 metros de ancho por 2,4 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.162	1.267.505	1.253.706	1.26.067	K0+240	Alcantarilla doble de 36" cada tubo en concreto, en buen estado, de 3,1 metros de ancho por 2,7 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.233	1.267.594	1.253.776	1.268.157	K0+360	Pontón en concreto en buen estado, de 9 metros de largo por 4,5 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.316	1.267.705	1.253.858	1.268.269	K0+500	Pontón en concreto en buen estado, de 4,8 metros de ancho por 4,6 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.370	1.267.790	1.253.912	1.268.354	K0+600	Pontón en concreto en buen estado, de 4,5 metros de ancho por 4,6 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.363	1.267.825	1.253.905	1.268.389	K0+630	Alcantarilla doble de 36" tubos en concreto, en buen estado, de 4,8 metros de ancho por 3,4 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.344	1.267.881	1.253.885	1.268.445	K0+690	Pontón en concreto en buen estado, de 4,5 metros de ancho por 8,9 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
PUENTE	922.311	1.267.985	1.253.852	1.268.549	K0+850	Puente en concreto sobre el río Madre Vieja, en buen estado, de 5 metros de ancho por 77 metros de largo aproximadamente. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	921.244	1.268.097	1.252.783	1.268.654	K0+950	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-4.
CRUCE DE VÍA	921.472	1.268.848	1.253.006	1.269.407	K2+000	Cruce de vía hacia la vereda La Reserva.
CRUCE DE VÍA	920.821	1.269.044	1.252.354	1.269.599	K3+000	Cruce de vía hacia las fincas de la vereda.
CRUCE DE VÍA	919.607	1.269.389	1.251.138	1.269.936	K4+000	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-2.
CRUCE DE VÍA	919.440	1.269.273	1.250.970	1.269.819	K4+200	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-1.
CRUCE DE VÍA	918.857	1.270.489	1.250.379	1.271.032	K5+400	Cruce de vía por camino privado.
CRUCE DE VÍA	918.912	1.270.813	1.250.432	1.271.357	K5+600	Cruce de vía por camino privado.
CRUCE DE VÍA	919.377	1.270.952	1.250.896	1.271.499	K6+300	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-3.
ALCANTARILLA	919.324	1.271.051	1.250.843	1.271.598	K6+400	Alcantarilla triple de 24" cada tubo en concreto, en buen estado, de 4,5 metros de ancho por 4 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

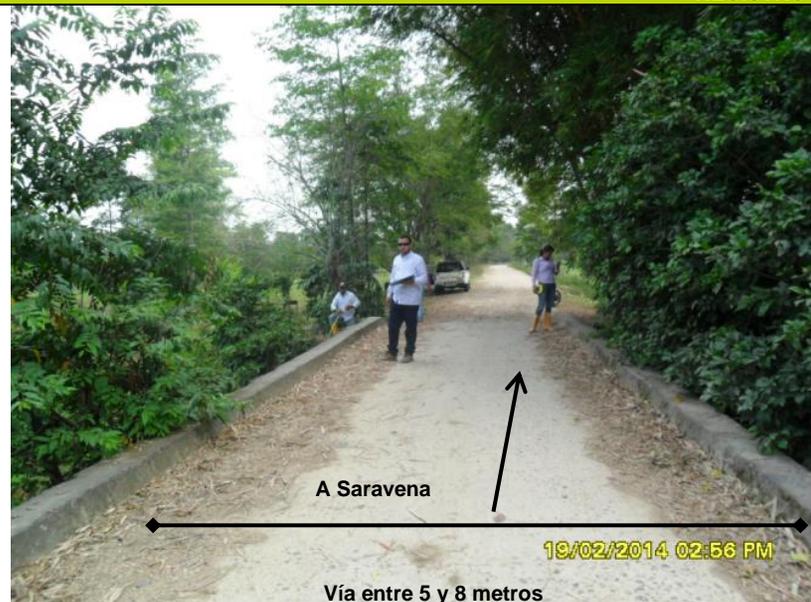
**Tabla 2-15 Descripción Vía 3-1 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3-1	12,81	BUENA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,3 y los 0,7 m de altura, inicia en la Cabecera municipal de Saravena vereda El Pescado en dirección Noreste. Cuenta con un ancho promedio de 8,0 m y una obra de drenaje en buen estado. La vía se intersecta con la Vía 3 en la coordenada 919.440E – 1.269.273N atravesando las veredas El Pescado, Charo Alto, El Dique y Charo Centro. Esta vía se encuentra en su mayoría fuera del área de influencia del proyecto APE BERILO LLA-38. Ver <b>Figura 2-13</b> y <b>Fotografía 2-13</b> a <b>Fotografía 2-15</b>.</p>



**Figura 2-13 Vía 3-1 del APE BERILO LLA-38**  
 Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Fotografía 2-13** Buen estado de la vía K11+400, coordenadas 0918893E- 1267944N (magna –este)



**Fotografía 2-14** Buen estado del Pontón K11+400, coordenadas 0918893E- 1267944N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-15 Buen estado de la vía K12+900, coordenadas 0919440E- 1269273N (magna –este)

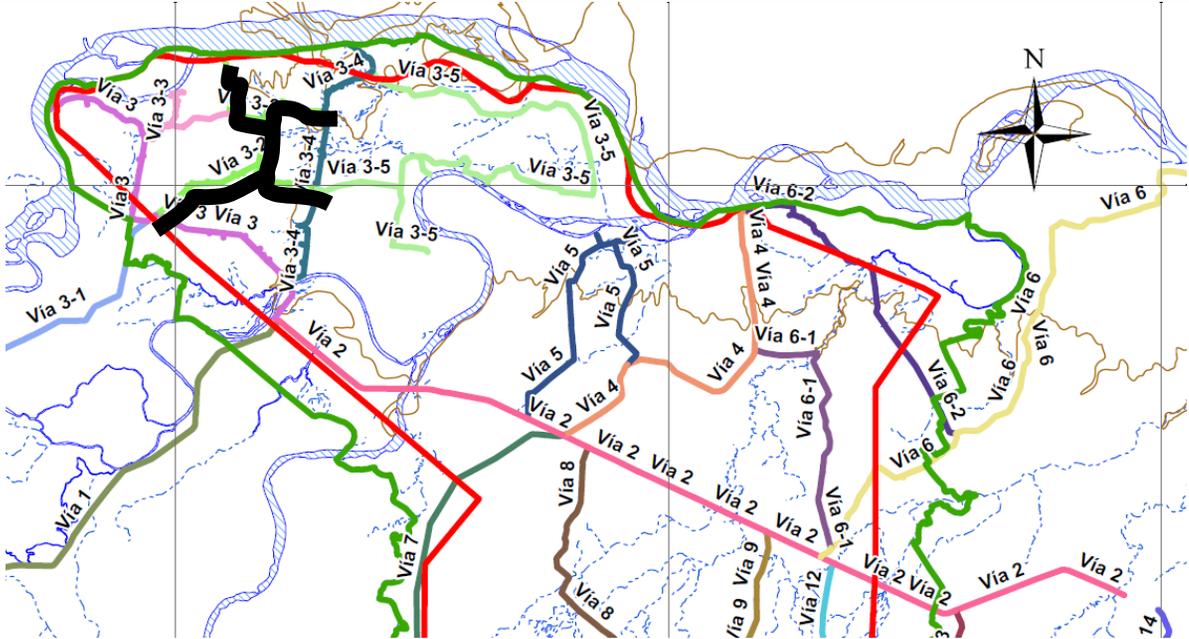
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Tabla 2-16 Infraestructura en la Vía 3-1 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
PONTÓN	918.893	1.267.944	1.250.431	1.268.486	K11+400	Pontón en concreto en buen estado, de 4.30 metros de ancho por 13.80 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	919.440	1.269.273	1.250.970	1.269.819	K12+810	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-17 Descripción Vía 3-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3-2	8,30	BUENA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,3 y los 0,5 m de altura, inicia en la Cabecera municipal de Saravena vereda El Pescado en dirección Noreste. Cuenta con una obra de drenaje transversal en regular estado sin obras de drenaje lateral. El corredor vial es interceptado por la Vía 3 en la abscisa K4+000 coordenada 919.607E – 1.269.389N atravesando las veredas El Dique y La Palma. Sobre esta vía transitan diversos tipos de vehículos entre camiones, camionetas y motos, que se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. A partir de la abscisa K2+400 se encuentra un cruce que comunica las veredas Charo Centro y La Palma, en la abscisa K3+300 se encuentra un segundo cruce que comunica las veredas La Palma, El Dique y se intersecta con la Vía 3-4 finalizando la vía en el caserío Puerto Salcedo en la abscisa K5+400; las condiciones geométricas de la vía cambian sobre un ancho promedio de 4,0 m; esta se encuentra en su totalidad al interior del área de influencia del proyecto <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-14, Fotografía 2-16 y Fotografía 2-17</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-14 Vía 3-2 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>			

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 2-16** Buen estado de la vía K2+100, coordenadas 0921355E- 1270825N (magna –este)



**Fotografía 2-17** Buen estado de la vía K2+400, coordenadas 0921685E- 1270444N (magna –este)

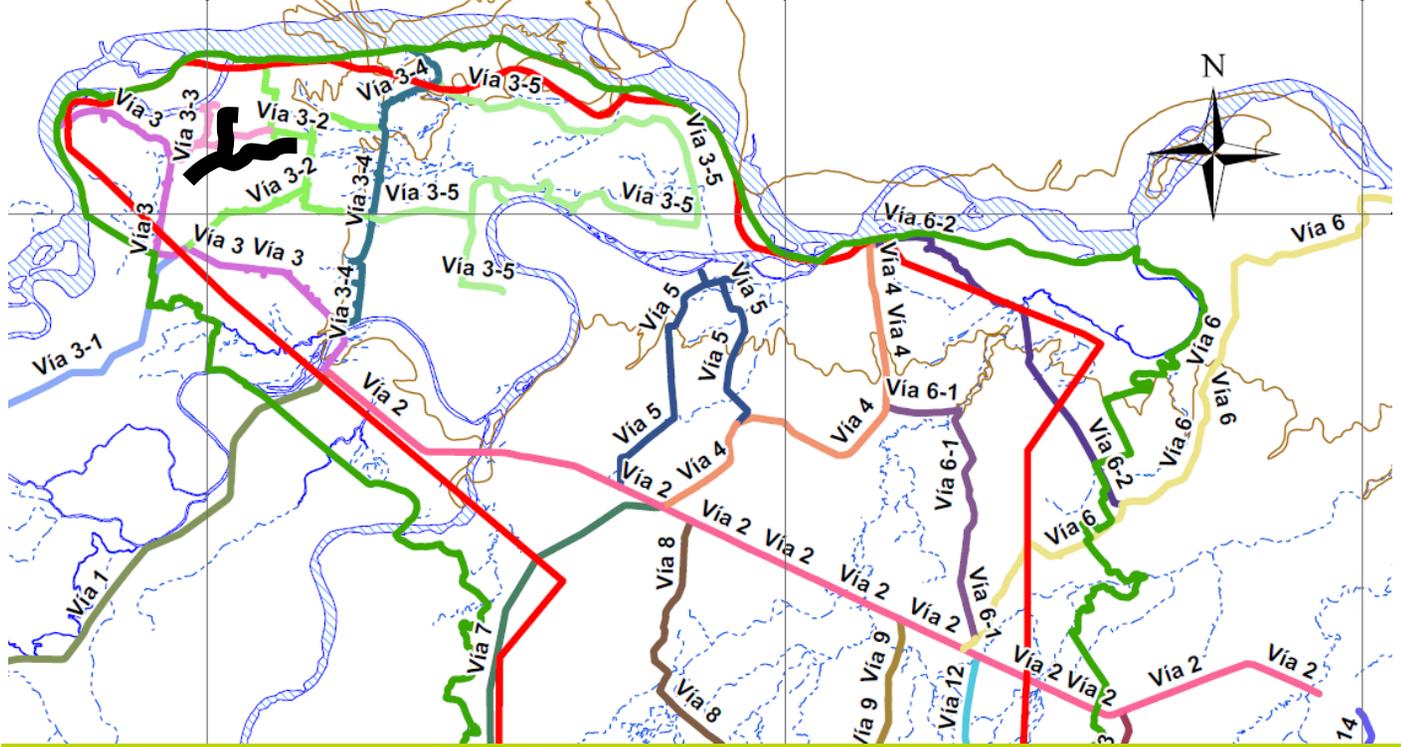
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Tabla 2-18 Infraestructura en la Vía 3-2 (Acceso del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE VÍA	919607	1.269.389	1.251.1370	1.269.936	K0+000	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3.
CRUCE DE VÍA	921685	1270444	1.253.209	1.271.005	K2+400	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-2 en el sector conocido como Mate Mango, que comunica las veredas La Palma y Charo Centro.
ALCANTARILLA	922266	1.270.029	1.253.793	1.270.594	K3+400	Alcantarilla de 24" por tres tubos metálicos, estado colmatado por sedimentos, ancho de 3,20 metros por 5,50 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	922856	1.269.929	1.254.385	1.270.498	K4+000	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-4
CRUCE DE VÍA	921810	1.271.316	1.253.329	1.271.879	K3+300	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-2 que comunica con las veredas La Palma y El Dique.
ALCANTARILLA	921827	1.271.430	1.253.345	1.271.993	K3+400	Batería de Alcantarillas de 24" por seis tubos metálicos, estado colmatado por sedimentos, ancho de 2,30 metros por 3,80 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	923020	1.271.515	1.254.538	1.272.086	K4+800	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-4.
ALCANTARILLA	921799	1.271.316	1.253.318	1.271.879	K3+300	Alcantarilla de 24" por tubo metálico, estado colmatado por sedimentos, ancho de 2,30 metros por 5,0 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	921091	1.271.431	1.252.609	1.271.989	K4+050	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-3, en la vereda El Dique.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-19 Descripción Vía 3-3 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3-3	2,92	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel del terreno natural en dirección Este, inicia en la intercepción de la Vía 3 ubicada en la abscisa K6+300 donde se encuentra la vereda Charo Centro coordenada 919.377E – 1.270.952N comunicando la vereda El Dique. Cuenta con un ancho promedio de 3,60 m y no presenta obras de drenaje transversal o lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra al interior del área de influencia del proyecto <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-15, Fotografía 2-18 y Fotografía 2-19</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-15 Vía 3-3 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-18 Regular estado de la vía K0+100, coordenadas 0919072E- 1271258N (magna –este)



Fotografía 2-19 Regular estado de la vía K1+000, coordenadas 0919892E- 1271223N (magna –este)

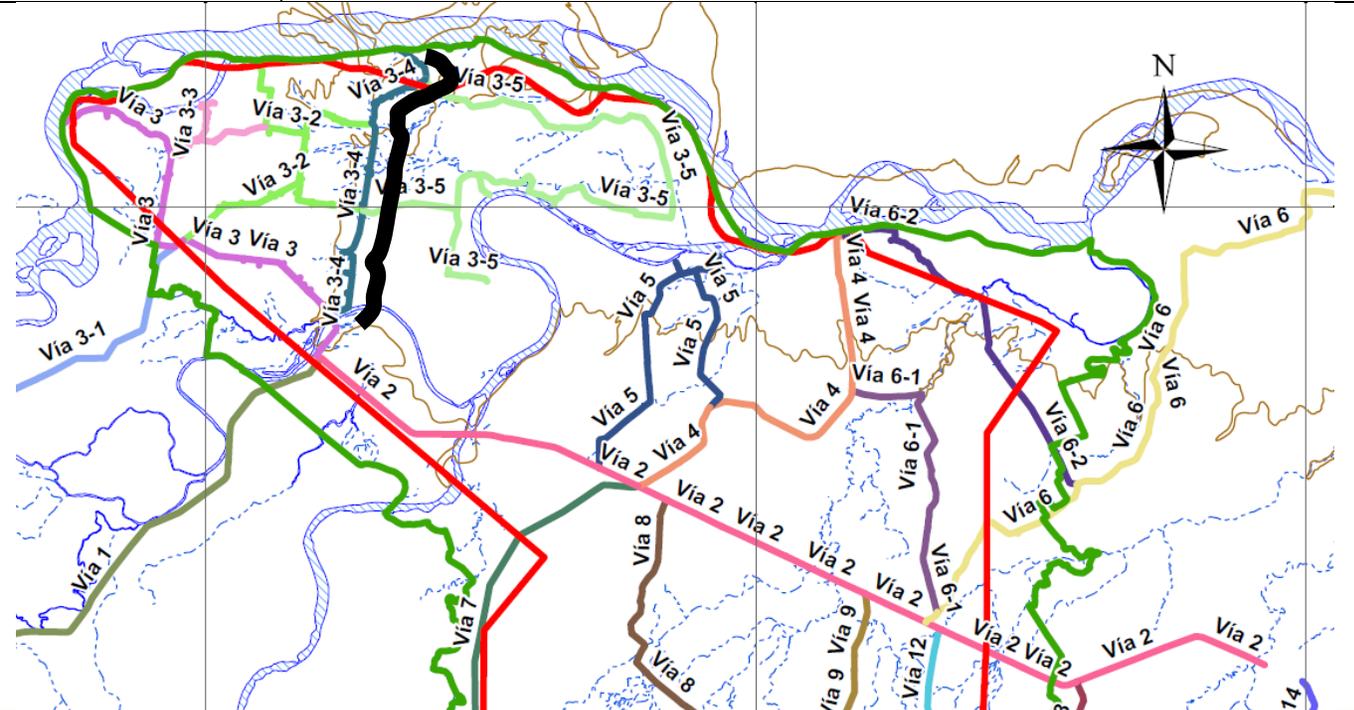
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-20 Infraestructura en la Vía 3-3 (Acceso del APE BERILO LLA-38)**

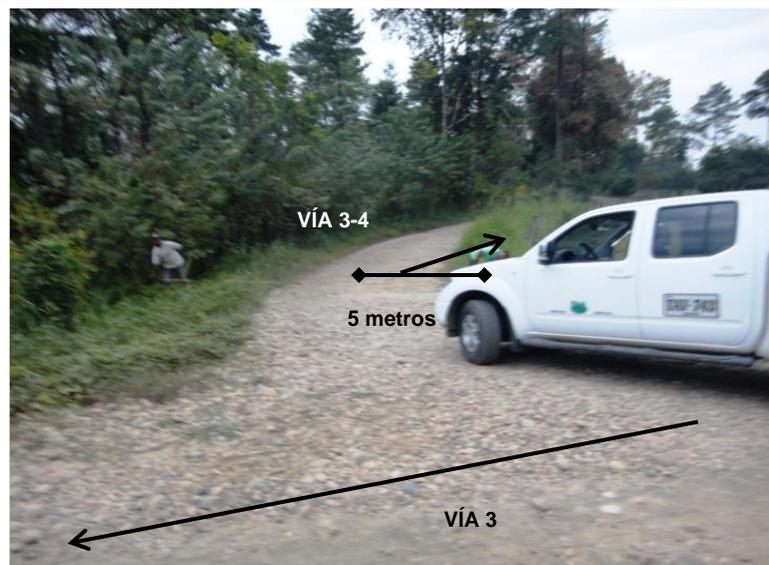
OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE VÍA	919.892	1.271.223	1.251.410	1.271.773	K1+400	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-3
CRUCE DE VÍA	921.091	1.271.431	1.252.607	1.271.989	K2+720	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-2, en la vereda El Dique.

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

**Tabla 2-21 Descripción Vía 3-4 (Acceso del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3-4	6,10	BUENA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,30 m y los 0,70 m de altura en dirección Noreste, inicia en la intercepción de la Vía 3 ubicada en la abscisa K0+950 vereda Charo Centro coordenada 921.244E – 1.268.097N comunicando la vereda La Palma hasta el caserío Remolino. Cuenta con un ancho promedio de 5,0 m y presenta obras de drenaje transversal más no lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. En la abscisa K2+200 se encuentra un cruce que intercepta la Vía 3-2, en la abscisa K3+900, se encuentra un segundo cruce que intercepta dicha vía y comunica las veredas El Dique y Charo Centro. El corredor vial se encuentra al interior del área de influencia del proyecto <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-16</b> y <b>Fotografía 2-20</b> a <b>Fotografía 2-23</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-16 Vía 3-4 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO

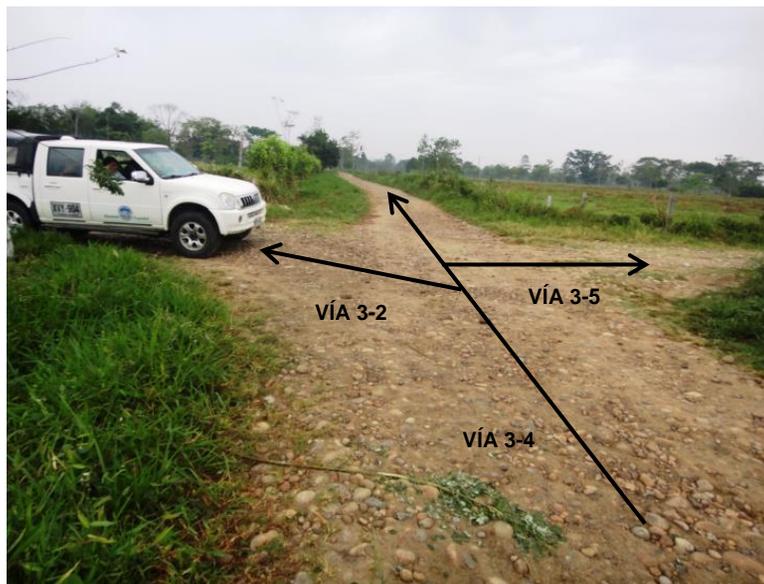


Fotografía 2-20 Buen estado de la vía K0+000, coordenadas 0921244E- 1268097N (magna –este)



Fotografía 2-21 Buen estado del Pontón K1+400, coordenadas 0922608E- 1269168N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Fotografía 2-22** Buen estado de la vía K2+200, coordenadas 0922856E- 1269929N (magna –este)



**Fotografía 2-23** Buen estado de la vía K3+900, coordenadas 0921810E- 1271316N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

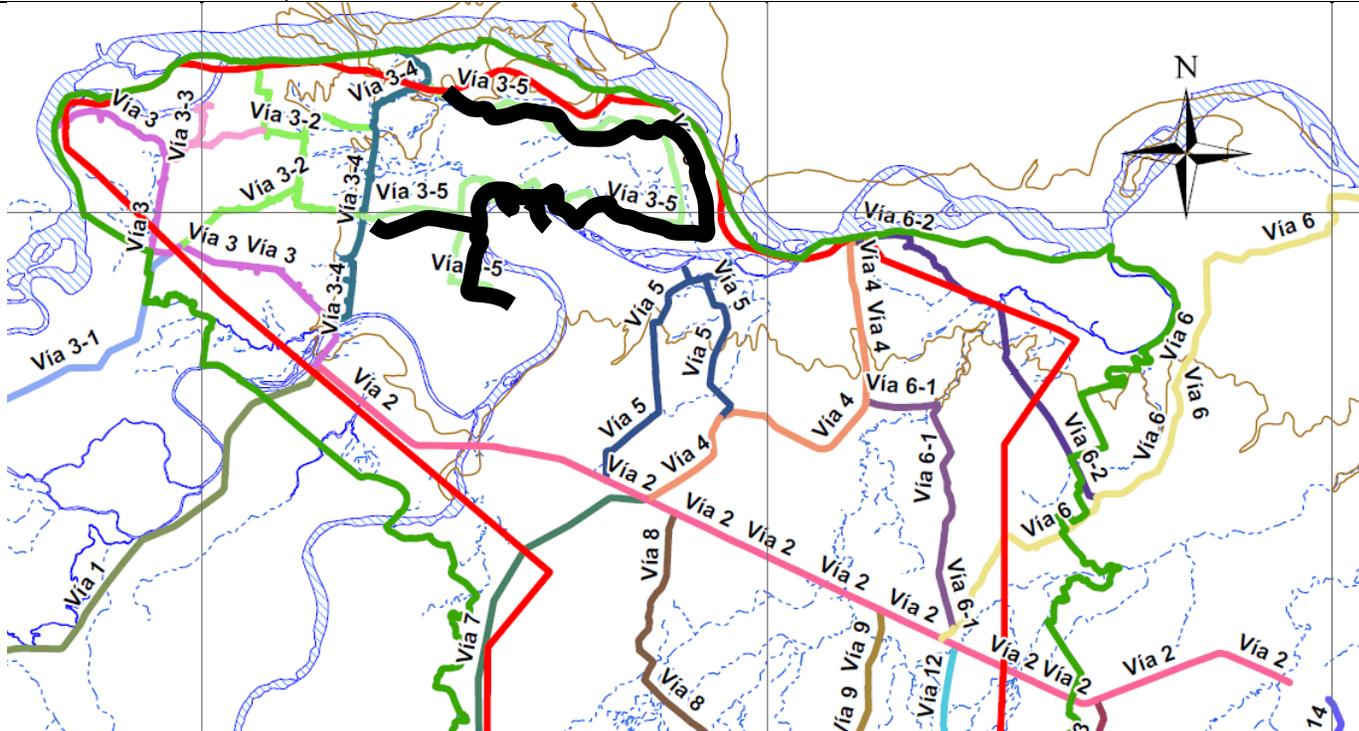
Tabla 2-22 Infraestructura en la Vía 3-4 (Acceso del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	922.242	1.268.106	1.253.782	1268669	K0+000	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 7 metros por 1 metro de largo, solo tubería sin obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.583	1.268.187	1.254.122	1268753	K0+400	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 7 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.638	1.268.575	1.254.175	1269141	K0+800	Alcantarilla doble de 36" de concreto en buen estado, ancho de 7 metros por 2 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	922.608	1.269.168	1.254.141	1269734	K1+400	Pontón en concreto reforzado, en buen estado, aletas en concreto en regular estado, con un ancho de 6.6 m por 6,8 m de largo, aletas de 2,2 m. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.634	1.269.208	1.254.167	1269775	K1+500	Alcantarilla doble de 36" de concreto en buen estado, ancho de 5,10 metros por 3,70 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.763	1.269.467	1.254.294	1270035	K1+800	Alcantarilla de 24" de concreto en mal estado a un costado se encuentra colapsado, ancho de 8 metros por 2 metros de largo, sin obras de descoles. Falta mantenimiento, adecuación del tubo y limpieza.
ALCANTARILLA	922830	1.269.778	1.254.359	1270346	K2+100	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.837	1.269.839	1.254.366	1270407	K2+200	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 2 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	922.856	1.269.929	1.254.384	12704978	K2+200	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-5 en la vereda Charo Centro.
ALCANTARILLA	922.854	1269937	1.254.382	1270506	K2+300	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 7,90 metros por 1,80 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.958	1.270.599	1.254.482	1271169	K2+950	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.978	1.270.721	1.254.501	1271291	K3+000	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 5 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	922.985	1.270.770	1.254.508	1271340	K3+100	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1,4 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.000	1.270.861	1.254.523	1271431	K3+200	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.031	1.271.039	1.254.552	1271610	K3+400	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
PONTÓN	923.052	1.271.146	1.254.573	1271717	K3+450	Pontón en concreto reforzado de doble cámara, en buen estado, aletas en concreto, terraplén en regular estado, con un ancho de 4.6 m por 5,8 m de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	922.666	1.271.481	1.254.183	1272050	K3+500	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	923.062	1.271.250	1.254.582	1271821	K3+600	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.073	1.271.418	1.254.592	1.271.989	K3+800	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	921.810	1.271.316	1.253.329	1.271.879	K3+900	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 3-2.
CRUCE DE VÍA	922.719	1.272.233	1.254.233	1.272.792	K4+300	Cruce de vía o intercepción de la vía hacia finca y hacia el caserío Remolino.
ALCANTARILLA	923.291	1.271.992	1.254.807	1.272.565	K4+700	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1,20 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.487	1.272.094	1.255.002	1.272.668	K4+800	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.677	1.272.160	1.255.192	1.272.736	K5+000	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1,75 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.815	1.272.185	1.255.330	1.272.761	K5+100	Alcantarilla de 24" de concreto colmatado, ancho de 6,60 metros por 1 metro de largo, sin obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	923.880	1.272.231	1.255.394	1.272.808	K5+200	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 8 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

**Tabla 2-23 Descripción Vía 3-5 (Acceso del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
3-5	15,24	BUENA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,30 m y los 0,70 m de altura en dirección Este, inicia en la Vía 3-4 ubicada en la abscisa K2+200 vereda Charo Centro coordenada 922.856E – 1.269.929N comunicando las veredas La Palma y Charo Bajo hasta el caserío Remolino. Cuenta con un ancho promedio de 5,0 m y presenta obras de drenaje transversal más no lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. En la abscisa K8+600 se encuentra un cruce de vía que conduce al río Arauca y al caserío Remolino. Esta vía se encuentra al interior del área de influencia del proyecto <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-17</b> y <b>Fotografía 2-24</b> a <b>Fotografía 2-27</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-17 Vía 3-5 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-24 Buen estado de la vía K0+000, coordenadas 0922856E- 1269929N (magna –este)



Fotografía 2-25 Buen estado de la vía K0+600, coordenadas 0923019E- 1276321N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-26 Buen estado de la vía K1+800, coordenadas 0924178E- 1270278N (magna –este)



Fotografía 2-27 Mal estado de la vía K8+600, coordenadas 0927708E- 1271368N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

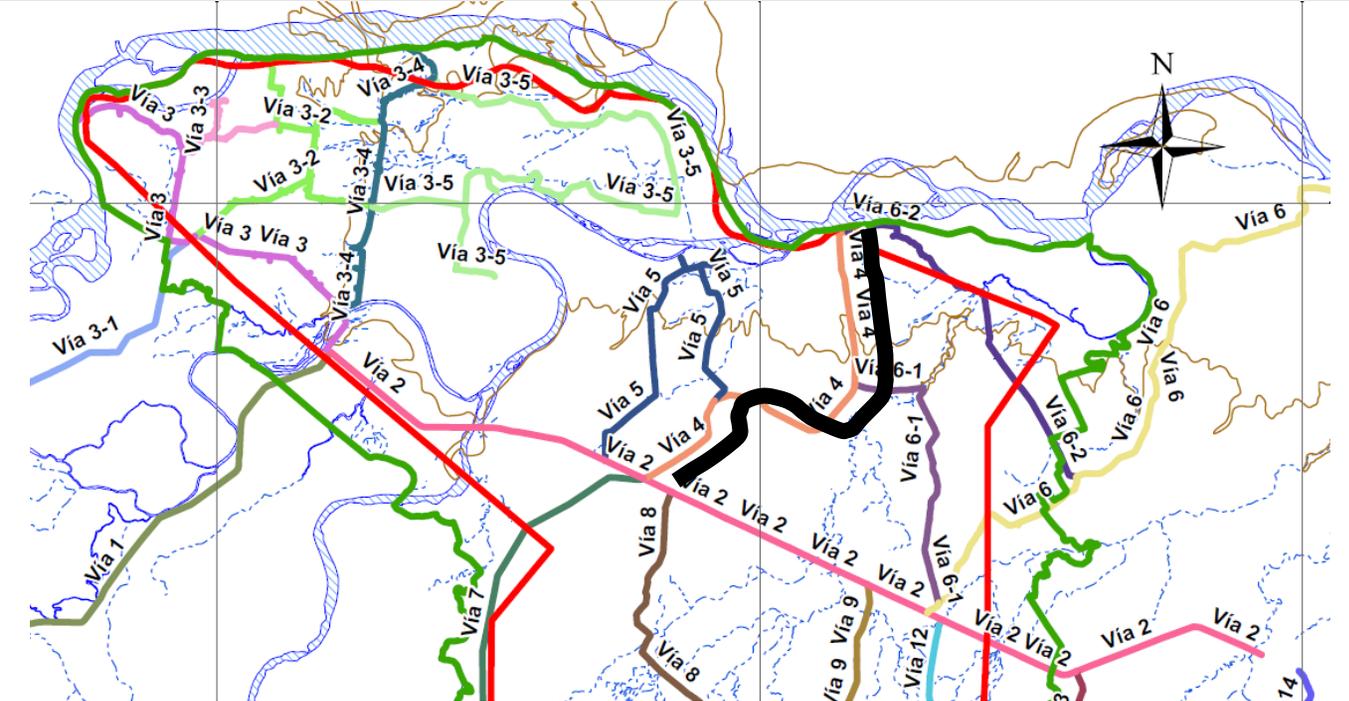
Tabla 2-24 Infraestructura en la Vía 3-5 (Acceso del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	923.055	1.269.874	1.254.584	1.270.444	K0+200	Alcantarilla de 24" de concreto en mal estado, ancho de 4,20 metros por 1 metro de largo, sin obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	924.307	1.269.992	1.255.836	1.270.570	K1+600	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 5 metros por 1,20 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	924.178	1.270.278	1.255.705	1.270.855	K1+800	Cruce de vía o intercepción de los accesos privados.
CRUCE DE VÍA	924.282	1.270.844	1.255.806	1.271.422	K2+400	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	925.765	1.270.466	1.257.292	1.271.054	K3+600	Batería de alcantarillas de 36" por 12 tubos de concreto en buen estado, ancho de 3,60 metros por 7,80 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE CAUCE	926.105	1.270.213	1.257.634	1.270.803	K4+300	Cruce de escorrentía sobre la vía, con un ancho de 9,50 metros. Falta construcción de una obra de drenaje.
CRUCE DE ESCORRENTÍA	925.614	1.270.421	1.257.141	1.271.008	K3+400	Cruce de escorrentía sobre el terreno natural para acceder hacia el caño. Falta construcción de una obra de drenaje (si se requiere).
CRUCE DE ESCORRENTÍA	925.623	1.270.388	1.257.151	1.270.975	K3+400	Cruce de escorrentía sobre el terreno natural para acceder hacia el caño. Falta construcción de una obra de drenaje (si se requiere).
ALCANTARILLA	927.067	1.270.109	1.258.597	1.270.705	K5+400	Batería de alcantarillas de 24" de 3 tubos en concreto en buen estado, ancho de 3,60 metros por 2 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	927.462	1.269.980	1.258.994	1.270.578	K5+900	Alcantarilla de 24" de concreto en buen estado, ancho de 4 metros por 1,20 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	927.591	1.269.963	1.259.123	1.270.562	K6+000	Alcantarilla de 24" de concreto en mal estado, ancho de 4,60 metros por 1,20 metros de largo, sin obras de descoles. Falta mantenimiento, adecuación y limpieza.
ALCANTARILLA	928.471	1.270.114	1.260.002	1.270.719	K7+200	Alcantarilla artesanal en mal estado, ancho de 2,60 metros por 1 metro de largo, sin obras de descoles. Falta construcción nueva obra de drenaje.
ALCANTARILLA	928.457	1.270.458	1.259.986	1.271.063	K7+200	Batería de alcantarillas de 36" de 8 tubos en concreto en buen estado, ancho de 2,60 metros por 1 metro de largo, sin obras de descoles. Falta construcción nueva obra de drenaje.
ALCANTARILLA	928.303	1.270.930	1.259.829	1.271.534	K8+100	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 3,90 metros por 1,20 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	927.708	1.271.749	1.259.228	1.272.350	K8+600	Cruce de vía o intercepción de un camino que conduce hacia el Río Arauca.

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	927.810	1.271.637	1.259.331	1.272.239	K9+000	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 4 metros por 2,20 metros de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	927.535	1.271.556	1.259.056	1.272.156	K9+300	Alcantarilla de 36" de concreto en mal estado, ancho de 5 metros por 1 metro de largo, sin obras de descoles. Falta construcción de la placa de protección del tubo y limpieza.
ALCANTARILLA	926.517	1.271.443	1.258.038	1.272.036	K10+400	Alcantarilla de 36" de concreto en buen estado, ancho de 4,20 metros por 1 metro de largo, con obras de descoles. Falta mantenimiento y limpieza.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

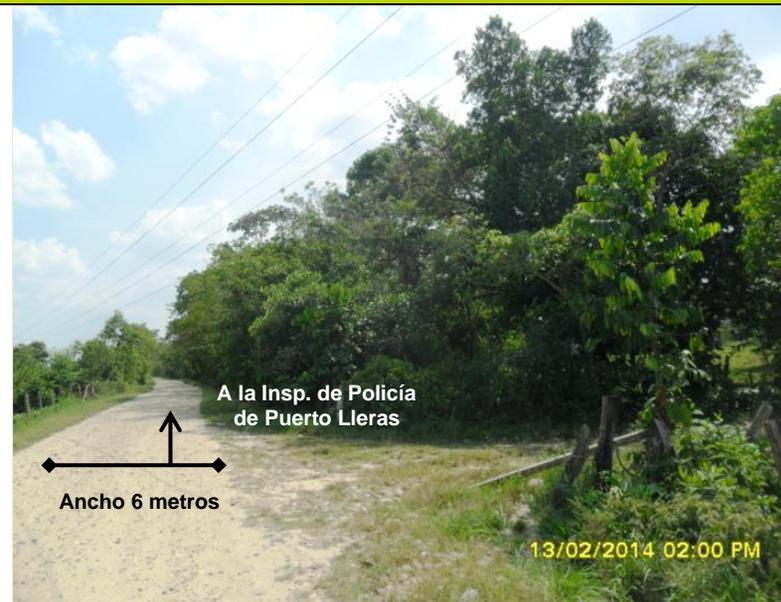
**Tabla 2-25 Descripción Vía 4 (Acceso del APE BERILO LL-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	8,31	BUENA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en buen estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Noreste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K6+500 coordenada 927.863E – 1.264.931N iniciando en la vereda Bocas de Banadía. Cuenta con un ancho promedio de 7,0 m y obras de drenaje transversal más no lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se intercepta con la Vía 5 ubicada a la altura de la coordenada 928.785E – 1.266.690N, de igual manera se intercepta con la Vía 6-1 a la altura de la coordenada 931.362E – 1.266.992N comunicando las veredas Bocas de Banadía, Las Delicias, Cisneros y Puerto Lleras hasta la Inspección de Policía; la vía se encuentra al interior del área de influencia del proyecto APE BERILO LLA-38. Ver <b>Figura 2-18</b> y <b>Fotografía 2-28</b> a <b>Fotografía 2-30</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-18 Vía 4 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-28 Buen estado de la vía K2+200, coordenadas 0928785E- 1266690N (magna –este)



Fotografía 2-29 Buen estado de la vía K5+750, coordenadas 0931368E- 1267374N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-30      Cementerio Pueblo Nuevo en el K7+200,  
coordenadas 0931192E- 1268778N (magna -este)

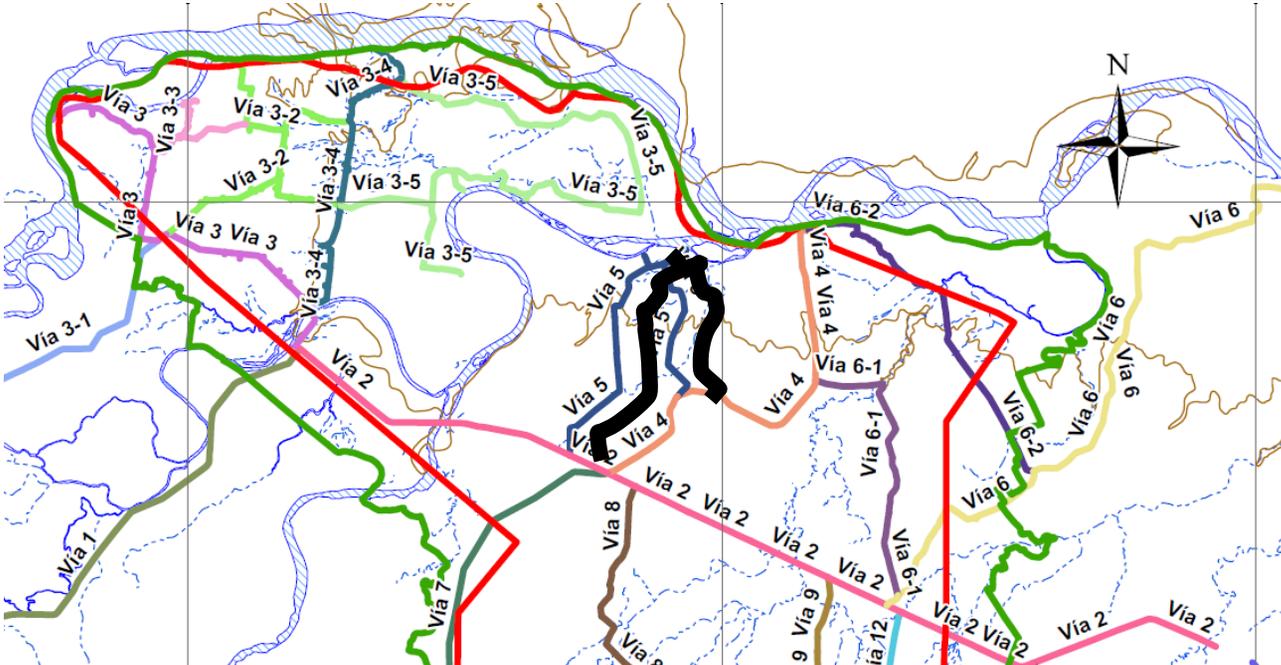
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Tabla 2-26 Infraestructura en la Vía 4 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	928.148	1.265.079	1.259.711	1.265.678	K0+300	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, buen estado, 5 metros de longitud y 1,20 metros de ancho, descole en concreto. Falta limpieza y rocería.
ALCANTARILLA	929.055	1.265.782	1.260.614	1.266.387	K1+500	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, buen estado, 4,1 metros de longitud y 1.1 metros de ancho, descole en concreto. Falta limpieza y rocería.
CRUCE DE VÍA	928.785	1.266.690	1.260.338	1.267.294.	K2+200	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 5 y del acceso hacia el río Banadía en la vereda Las Delicias.
CRUCE DE VÍA	931.362	1.266.992	1.262.916	1.267.613	K5+700	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 6-1.
CRUCE DE VÍA	931.362	1.267.351	1.262.913	1.267.972	K5+700	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
CRUCE DE VÍA	931.368	1.267.374	1.262.919	1.267.995	K5+750	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
CRUCE DE VÍA	931.189	1.268.809	1.262.731	1.269.430	K7+200	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	931.049	1.269.359	1.262.587	1.269.980	K7+800	Alcantarilla doble de 36" en concreto, buen estado, 3 metros de longitud y 1,50 metros de ancho, descole en concreto. Falta mantenimiento y limpieza.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-27 Descripción Vía 5 (Acceso del APE Berilo LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
5	8,16	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Noreste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K5+800 coordenada 927.132E – 1.265.263N iniciando en la vereda Bocas de Banadía. Cuenta con un ancho promedio de 6,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se intercepta con la Vía 5 ubicada a la altura de la coordenada 928.785E – 1.266.690N, de igual manera se intercepta con la Vía 6-1 en la coordenada 931.362E – 1.266.992N comunicando las veredas Bocas de Banadía, Las Delicias, Cisneros y Puerto Lleras hasta la Inspección de Policía; esta vía comunica las veredas Bocas de Banadía, Cobalongos, Puerto Lleras y Las Delicias al interior del área de influencia del proyecto <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-19</b> y <b>Fotografía 2-31</b> a <b>Fotografía 2-34</b>.</p>
		 <p><b>Figura 2-19 Vía 5 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>	

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-31 Mal estado de la vía K1+800, coordenadas 0927678E- 1267381N (magna -este)



Fotografía 2-32 Regular estado de la vía K3+200, coordenadas 0927587E- 1268324N (magna -este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Fotografía 2-33 Río Banadía en el K4+600, coordenadas 0928528E- 1269047N (magna –este)**



**Fotografía 2-34 Río Banadía en el K5+250, coordenadas 0929311E- 1269118N (magna –este)**

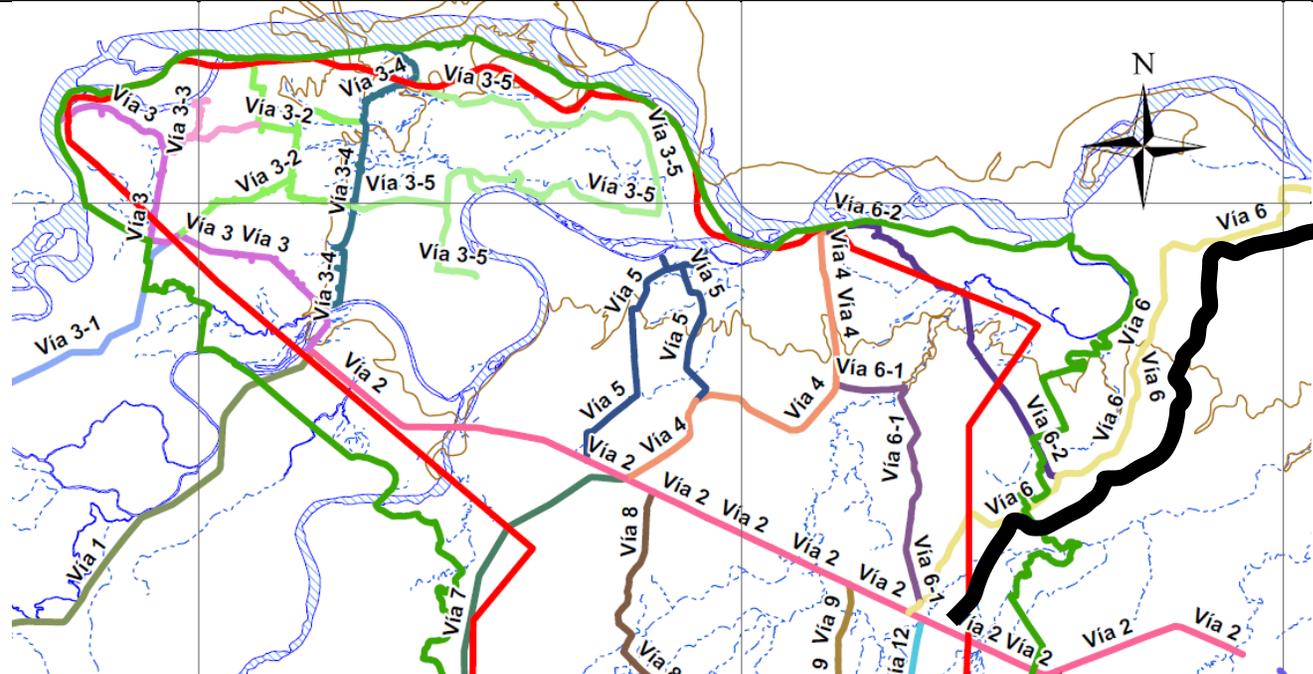
*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

Tabla 2-28 Infraestructura en la Vía 5 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

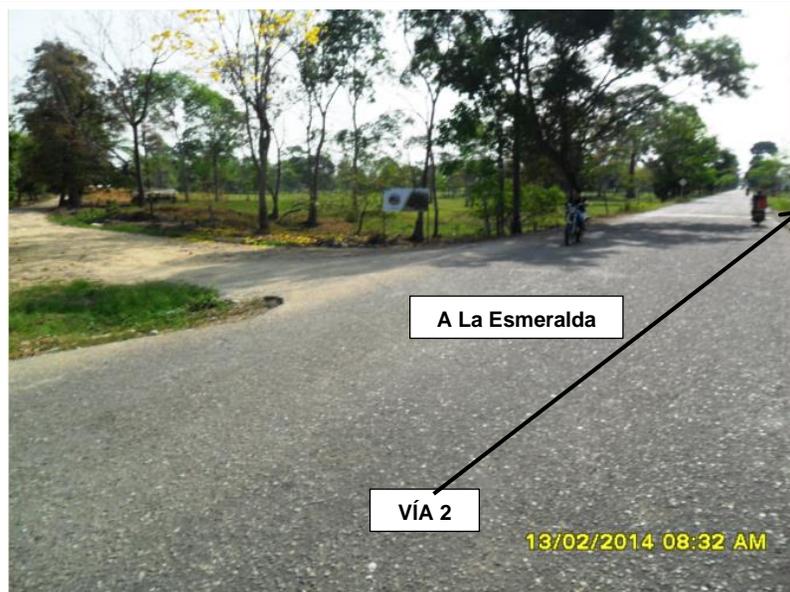
OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	927.152	1.265.546	1.258.712	1.266.139	K0+300	Batería de Alcantarilla por 8 tubos de 36" en concreto de 5,9 metros de largo por 3 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	927.152	1.265.696	1.258.711	1.266.289	K0+400	Batería de Alcantarilla por 8 tubos de 36" en concreto de 5,7 metros de largo por 3 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	927.499	1.266.004	1.259.056	1.266.599	K0+950	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto. Falta adecuación y limpieza.
CRUCE DE VÍA	927.768	1.266.947	1.259.319	1.267545	K1+200	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	928.049	1.266.811	1.259.601	1.267.411	K2+000	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 1,4 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.077	1.266.474	1.259.631	1.267.074	K1+700	Alcantarilla doble de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 2,4 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.024	1.267.121	1.259.574	1.267.721	K2+300	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 1,4 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	927.634	1.267.494	1.259.182	1.268.092	K2+400	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	928.017	1.267.291	1.259.566	1.267.891	K2+500	Alcantarilla sencilla de 12" en regular estado. Longitud de 3,8 metros por 1 metro de ancho, sin obras de descole. Falta adecuación y limpieza.
VENTOSA	927.616	1.267.802	1.259.162	1.268.399	K2+900	Ventosa del acueducto veredal de Cobalongos.
CRUCE DE VÍA	927.595	1.268.161	1.259.138	1.268.759	K3+100	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
VENTOSA	927.587	1.268.324	1.259.129	1.268.922	K3+100	Ventosa del acueducto veredal de Cobalongos.
ALCANTARILLA	928.227	1.268.325	1.259.770	1.268.927	K3+700	Alcantarilla artesanal. Falta adecuación y construcción de una nueva alcantarilla.
ALCANTARILLA	928.242	1.268.513	1.259.783	1.269.115	K3+900	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 3,8 metros por 1,6 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.591	1.268.766	1.260.131	1269371	K4+300	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 4,3 metros por 1,6 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	928.613	1.268.773	1.260.153	1.269.378	K4+400	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, colapsada. Longitud de 4,2 metros sin obras de descole. Falta adecuación y limpieza.
CRUCE DE CAUCE	928.528	1.269.047	1.260.066	1.269.651	K4+600	Río Banadía.
CRUCE DE VÍA	928.248	1.269.103	1.259.786	1.269.706	K4+450	Cruce de vía o intercepción del acceso hacia el río Banadía.
ALCANTARILLA	928.676	1.268.787	1.260.216	1.269.392	K4+450	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Longitud de 3,8 metros por 1,1 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.732	1.268.798	1.260.272	1.269.404	K4+500	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, de 4 metros por 1 metro de ancho, sin obras de descole. Falta adecuación y limpieza.
ALCANTARILLA	928.843	1.268.826	1.260.383	1.269.432	K4+600	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 1,3 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.944	1.268.864	1.260.484	1.269.471	K4+700	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 1,2 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE CAUCE	929.311	1.269.118	1.260.849	1.269.727	K5+200	Río Banadía.
ALCANTARILLA	928.903	1.268.627	1.260.444	1.269.233	K5+000	Alcantarilla doble de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 2,4 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	928.983	1.268.520	1.260.525	1.269.127	K5+150	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, en buen estado. Longitud de 4 metros por 1,2 metros de ancho, con obras de descole. Falta mantenimiento y limpieza.
PONTÓN	929.159	1.268.352	1.260.702	1.268.960	K5+350	Pontón en concreto de 4,2 metros de ancho por 3,7 metros de largo, en buen estado. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	929.267	1.268.191	1.260.811	1.268.799	K5+550	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	928.407	1.268.283	1.259.950	1.268.886	K5+800	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	928.990	1.266.951	1.260.542	1.267.557	K5+950	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, en buen estado. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	928.594	1.267.289	1.260.144	1.267.892	K6+900	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
PONTÓN	929.096	1.266.844	1.260.649	1.267.450	K7+300	Pontón en concreto en buen estado. Falta mantenimiento y limpieza.

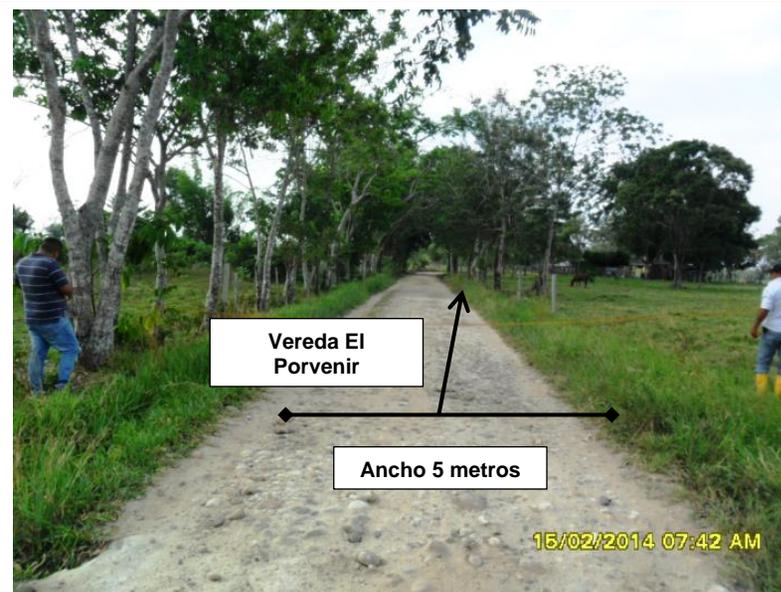
**Tabla 2-29 Descripción Vía 6 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
6	21,91	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Noreste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K12+500 coordenada 933.087E- 1.262.474N en la vereda El Porvenir. Cuenta con un ancho promedio de 5,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado y escasas obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. A partir de la abscisa K2+300 la vía se encuentra al interior del área de influencia directa del proyecto y comunica las veredas La Esperanza, El Cedrito, San Carlos y La Granja hasta la Inspección de Policía La Esmeralda (Jujua). Ver <b>Figura 2-20</b> y <b>Fotografía 2-35</b> a <b>Fotografía 2-38</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-20 Vía 6 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO

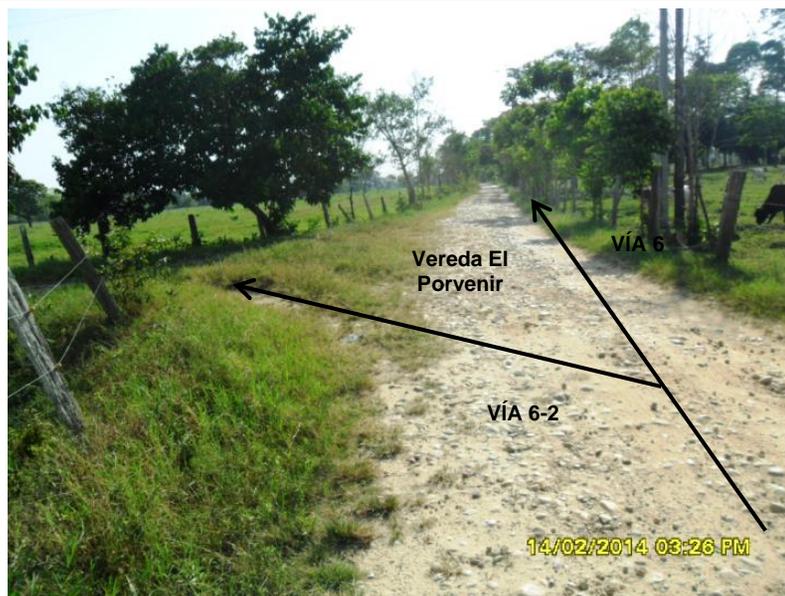


Fotografía 2-35 Regular estado de la vía K0+000, coordenadas 0933087E- 1262474N (magna –este)



Fotografía 2-36 Regular estado de la vía K1+000, coordenadas 0933225E- 1263555N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-37 Regular estado de la vía K3+800, coordenadas 0935174E- 1264890N (magna –este)



Fotografía 2-38 Mal estado de la vía K7+200, coordenadas 0936825E- 1267225N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

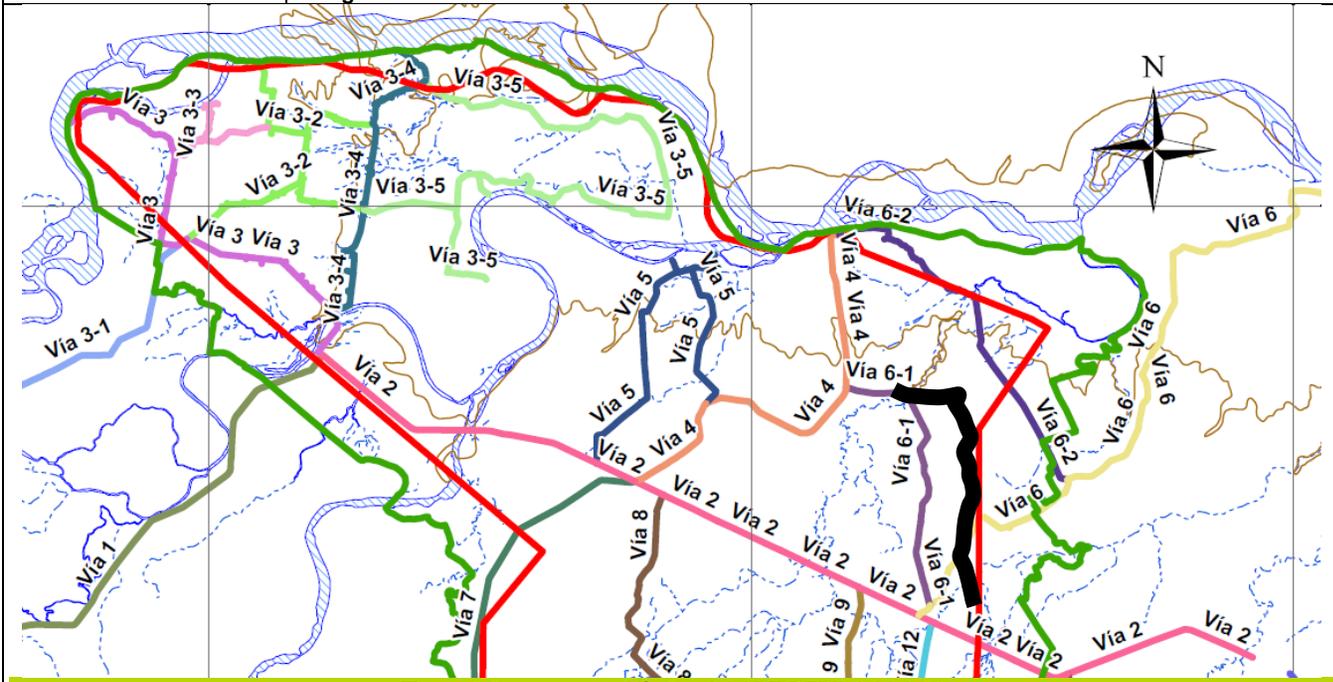
Tabla 2-30 Infraestructura en la Vía 6 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE VÍA	933.300	1.262.640	1.264.883	1.263270	K0+300	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 6-1.
ALCANTARILLA	933.614	1.263.232	1.265.193	1.263.864	K1+000	Alcantarilla de 12" en concreto. Falta adecuación y limpieza.
ALCANTARILLA	934.223	1.264.282	1.265.796	1.264.919	K2+300	Alcantarilla sencilla de 36" en concreto, regular estado, 6 metros de longitud y 2 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	935.174	1.264.890	1.266.744	1.265.534	K3+800	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	935.636	1.264.639	1.267.208	1.265.285	K3+900	Alcantarilla de 6" en tubo de gres. Falta adecuación y limpieza.
BOXCULVERT	935.839	1.264.944	1.267.409	1.265.592	K4+300	Box Culvert en concreto colapsado, de 1,8 metros X 1,50 metros y con longitud de 5,9 metros de largo. Falta adecuación y limpieza.
CRUCE DE VÍA	935.448	1.265.294	1.267.016	1.265.940	K4+300	Cruce de vía o intercepción de la VÍA 6-2.
BOXCULVERT	936.870	1.265.398	1.268.438	1.266.053	K5+500	Box Culvert en concreto en buen estado de 6 metros de largo por 2,9 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
BOXCULVERT	937139	1265929	1268704	1.266.586	K6+100	Box Culvert en concreto en buen estado de 5,9 metros de largo por 1.20 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	936921	1266797	1268480	1.267.453	K6+700	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.
ALCANTARILLA	936903	1267055	1268461	1.267.711	K7+000	Alcantarilla de 24" en concreto de 5 metros de largo. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	937292	1266731	1268852	1.267.390	K7+050	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-31 Descripción Vía 6-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
6-1	5,46	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 6 a la altura de la abscisa K0+300 coordinada 933.300E – 1.262.640N en la vereda El Porvenir. Cuenta con un ancho promedio de 3,0 m y presenta obras de drenaje transversal en regular estado más no obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. A partir de la abscisa K3+500 la vía corresponde a un camino tipo huella hasta el Caño Cascarrón comunicando las veredas El Porvenir, Pueblo Nuevo y Cisneros. El corredor vial se encuentra al interior del área de influencia directa del proyecto. Ver <b>Figura 2-21</b> y <b>Fotografía 2-39</b> a <b>Fotografía 2-42</b>.</p>



Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

REGISTRO FOTOGRÁFICO

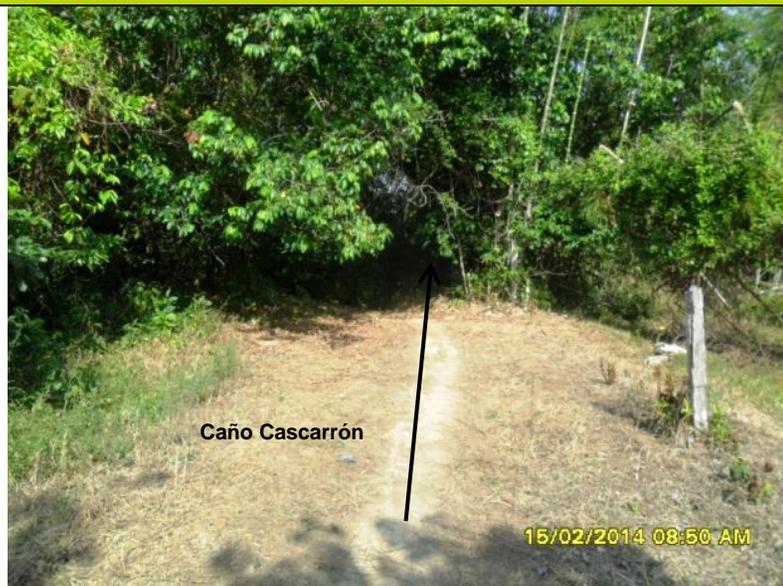


Fotografía 2-39 Regular estado de la vía K2+250, coordenadas 0933235E- 1262874N (magna –este)

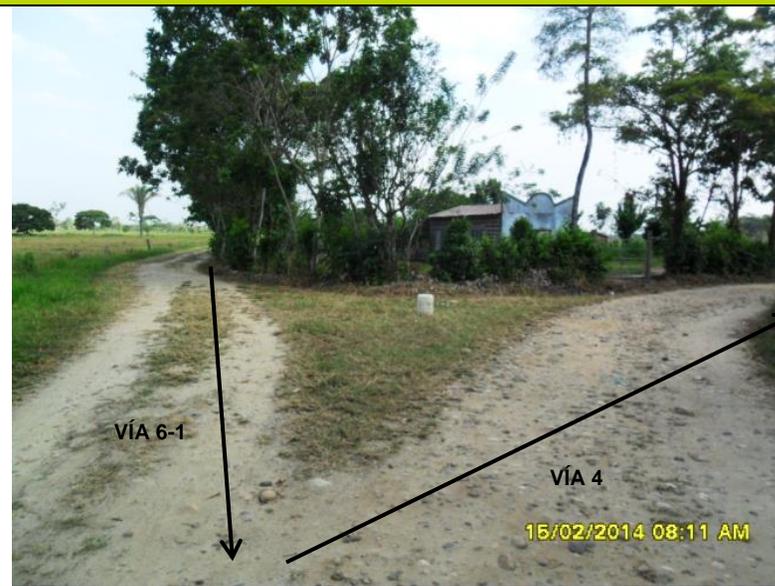


Fotografía 2-40 Regular estado de la vía K3+500, coordenadas 0932764E- 1266302N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Fotografía 2-41 Mal estado de la vía K4+200, coordenadas 0932631E- 1266889N (magna –este)**



**Fotografía 2-42 Regular estado de la vía K5+500, coordenadas 0931362E- 1266992N (magna –este)**

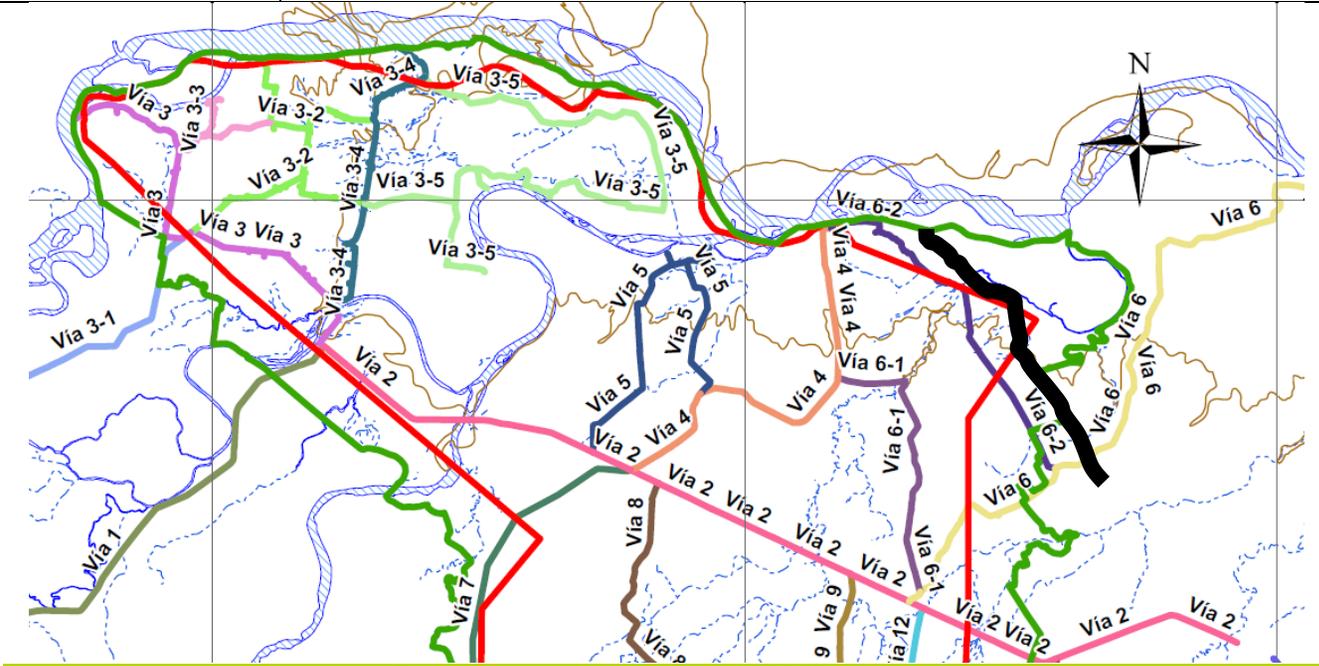
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Tabla 2-32 Infraestructura en la Vía 6-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
ALCANTARILLA	933.235	1.262.874	1.264.816	1.263.504	K0+250	Alcantarilla de 24" en concreto en buen estado, de 5 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	933.168	1.263.111	1.264.748	1.263.741	K0+500	Alcantarilla de 24" en mal estado. Falta adecuación y limpieza.
ALCANTARILLA	933.013	1.266.255	1.264.573	1.266.886	K3+800	Alcantarilla de 24" en concreto en mal estado, de 3,6 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta adecuación y limpieza.
CRUCE POR CAUCE	932.631	1.266.889	1.264.186	1.267.518	K4+200	Cruce de cauce del Caño Cascarrón
ALCANTARILLA	932.952	1.266.588	1.264.509	1.267.219	K4+300	Alcantarilla de 36" en concreto en buen estado, de 4,10 metros de largo por 1.5 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	932.714	1.266.563	1.264.271	1.267.192	K4+500	Alcantarilla de 36" en concreto en buen estado, de 6.20 metros de largo por 1.50 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	932.410	1.266.551	1.263.967	1.267.178	K4+800	Alcantarilla de 36" en concreto en buen estado, de 4.1 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	931.362	1.266.992	1.262.916	1.267.613	K5+500	Cruce de vía o intercepción de la VIA-4.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-33 Descripción Vía 6-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
6-2	7,12	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 6 a la altura de la abscisa K4+300 coordenada 935.448E- 1.265.294N en la vereda El Porvenir. Cuenta con un ancho promedio de 3,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. A partir de la abscisa K3+900 se encuentra el Caño Cascarrón, comunica las veredas El Porvenir y Pueblo Nuevo hasta la Inspección de Policía de Puerto Lleras; el corredor vial se encuentra al interior del área de influencia directa al <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-22</b> y <b>Fotografía 2-43</b> a <b>Fotografía 2-46</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-22 Vía 6-2 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-43 Mal estado de la vía K0+500, coordenadas 0935839E- 1264944N (magna –este)



Fotografía 2-44 Mal estado de la vía K1+850, coordenadas 0934908E- 1266474N (magna –este)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 2-45 Pontón Caño Cascarrón buen estado K3+900, coordenadas 0934115E- 1268330N (magna –este)



Fotografía 2-46 Centro Poblado Insp de Pol Pto Lleras K7+100 coordenadas 0931244E- 1269784N (magna –este)

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Tabla 2-34 Infraestructura en la Vía 6-2 (Accesos del APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
BOXCULVERT	935.451	1.265.537	1.267.017	1.266.183	K0+750	Box Culvert en concreto en buen estado de 5 metros de largo por 4,4 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
BOXCULVERT	934.908	1.266.474	1.266.468	1.267.117	K1+850	Box Culvert en concreto en buen estado de 5,1 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
BOXCULVERT	934.764	1.266.664	1.266.322	1.267.306	K2+100	Box Culvert en concreto en buen estado de 5,1 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	934.386	1.267.174	1.265.941	1.267.814	K2+700	Alcantarilla de 24" en concreto en buen estado, de 4,8 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	934.216	1.267.701	1.265.767	1.268.341	K3+300	Alcantarilla de 36" en concreto en buen estado, de 5 metros de largo por 1 metro de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE CAUCE	934.115	1.268.330	1.265.662	1.268.970	K3+900	Caño Cascarrón.
PUENTE	933.726	1.268.654	1.265.271	1.269.291	K3+900	Puente en concreto en buen estado de 19.9 metros de largo por 4,1 metros de ancho con doble viga de soporte. Falta mantenimiento y limpieza.
BOXCULVERT	933.959	1.268.385	1.265.506	1.269.024	K4+100	Box Culvert en concreto en buen estado de 3 metros de largo por 1,5 metros de ancho. Falta adecuación y limpieza.
PUENTE EN MADERA	933.830	1.268.458	1.265.376	1.269.096	K4+300	Puente en madera de uso peatonal en mal estado. Falta construcción nueva y limpieza.
PUENTE EN MADERA	933.465	1.268.604	1.265.010	1.269.240	K4+700	Puente en madera de uso vehicular en mal estado. Falta construcción nueva y limpieza.
BOXCULVERT	932.941	1.269.134	1.264.482	1.269.767	K5+500	Box Culvert en concreto en buen estado de 3 metros de largo por 3 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	932.830	1.269.268	1.264.370	1.269.900	K5+700	Alcantarilla de 24" en concreto en buen estado, de 4,7 metros de largo por 1,6 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
ALCANTARILLA	932.535	1.269.439	1.264.074	1.270.069	K6+050	Alcantarilla de 36" en concreto en buen estado, de 4,6 metros de largo por 1,2 metros de ancho. Falta mantenimiento y limpieza.
CRUCE DE VÍA	932.146	1.269.816	1.263.682	1.270.444	K6+100	Cruce de vía o intercepción del acceso privado.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-35 Descripción Vía 7 (Acceso hacia el APE BERILO LLA-38)**

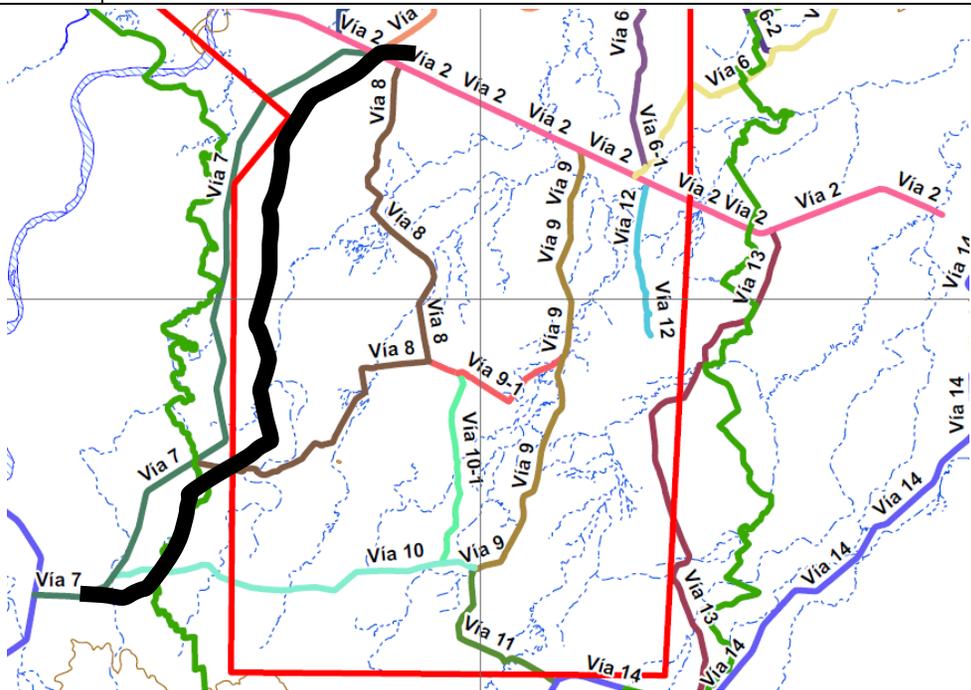
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
7	14,98	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K6+500 coordenada 927.863E- 1.264.931N en la vereda Bocas de Banadía. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. En la abscisa K10+050 se intercepta con la Vía 8, de igual manera en la abscisa K14+000 se encuentra se intercepta con la Vía 10 y en el K14+900 se intercepta con la Vía 14 que conduce a Saravena en sentido Noroeste y hacia Fortul en sentido Sureste, la vía comunica las veredas Bocas de Banadía, La Unión, La Paujila, La Chucua, Comuneros, Alpes 2 y Barrancones. La vía se encuentra en su mayoría al interior del área de influencia directa del proyecto. Ver <b>Figura 2-23</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-23 Vía 7 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>			

Tabla 2-36 Infraestructura en la Vía-7 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38)

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	924.822	1.257.515	1.256.431	1.258.087	K10+050	Cruce de cauce del Caño Rojo. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	924.236	1.256.752	1.255849	1.257.320	K10+050	Cruce de cauce del Caño Rojo. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	922.635	1.254.498	1.254.261	1.255.054	K14+000	Cruce de cauce del Caño Rojo. Posible obra de drenaje existente.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Tabla 2-37 Descripción Vía 8 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

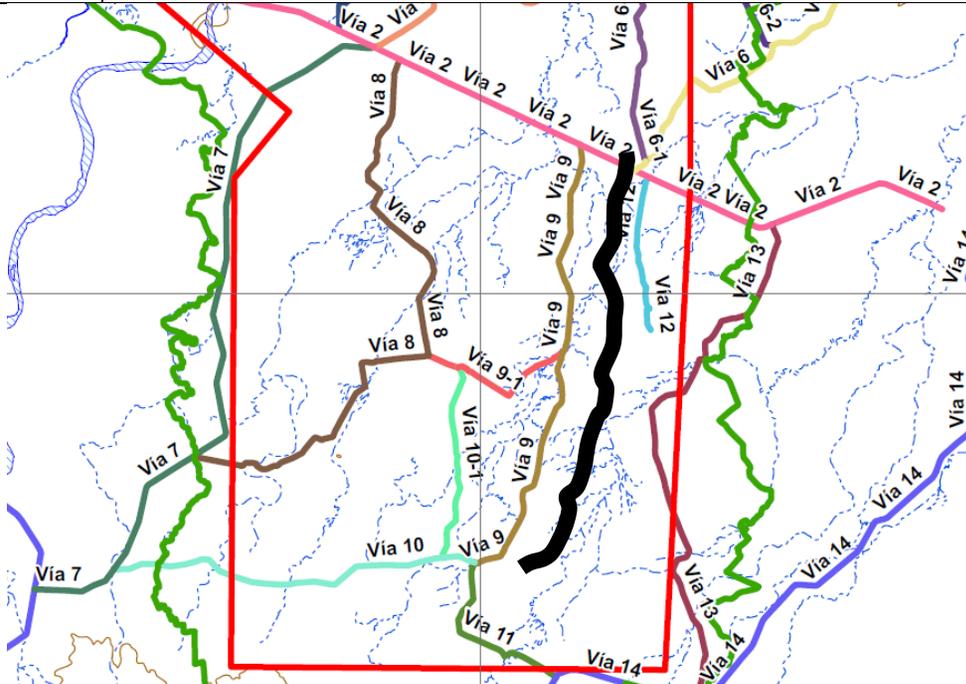
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
8	13,2003	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K7+150 coordenada 928.366E- 1.264.678N en la vereda Bocas de Banadía. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. En la abscisa K10+050 se intercepta con la Vía 8, de igual manera en la abscisa el K13+200 se intercepta con la Vía 7 comunicando las veredas Bocas de Banadía, Agua Santa, La Granada, Alta Paujilla y Comuneros. La vía se encuentra en su mayoría al interior del área de influencia directa del <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-24</b>.</p>
		<p><b>Figura 2-24 Vía 8 del APE BERILO LLA-38</b>                      Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>	

**Tabla 2-38 Infraestructura en la Vía 8 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	927.890	1.261.891	1.259.474	1.262.486	K3+200	Cruce de cauce del Caño Hormiga. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	928.753	1.259.872	1.260.350	1.260.471	K5+800	Cruce de cauce del Caño Cascarrón. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	927.913	1.258.662	1.259.517	1.259.255	K8+600	Cruce de cauce del Caño Cascarrón. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	925.476	1.256.604	1.257.091	1.257.180	K12+100	Cruce de cauce del Caño Hormiga. Posible obra de drenaje existente.

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

**Tabla 2-39 Descripción Vía 9 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

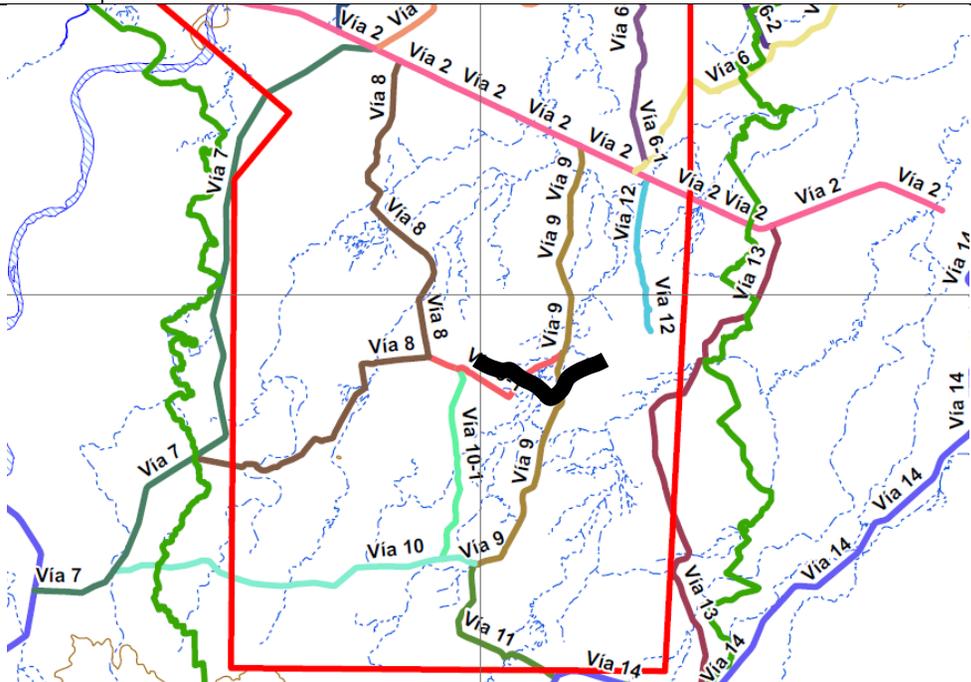
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
9	9,34	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 2 a la altura de la abscisa K11+150 coordenada 921.979E- 1.262.981N en la vereda Caño Boga. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camionetas y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. La vía finaliza en el caserío La Pajulla a la altura de la abscisa K9+400 comunicando las veredas Caño Boga, El Porvenir, La Granada y Pajulla; el corredor vial se encuentra al interior del área de influencia directa del proyecto. Ver <b>Figura 2-25</b>.</p>
 <p><b>Figura 2-25 Vía 9 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.</p>			

**Tabla 2-40 Infraestructura en la Vía 9 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	931.970	1.262.430	1.263.553	1.263.051	K0+750	Cruce de cauce del Caño Pajuila. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	931.760	1.259.371	1.263.362	1.259.988	K4+400	Cruce de cauce del Caño Pajuila. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	931.538	1.258.526	1.263.146	1.259.142	K4+800	Cruce de cauce del Caño Pajuila. Posible obra de drenaje existente.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-41 Descripción Vía 9-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

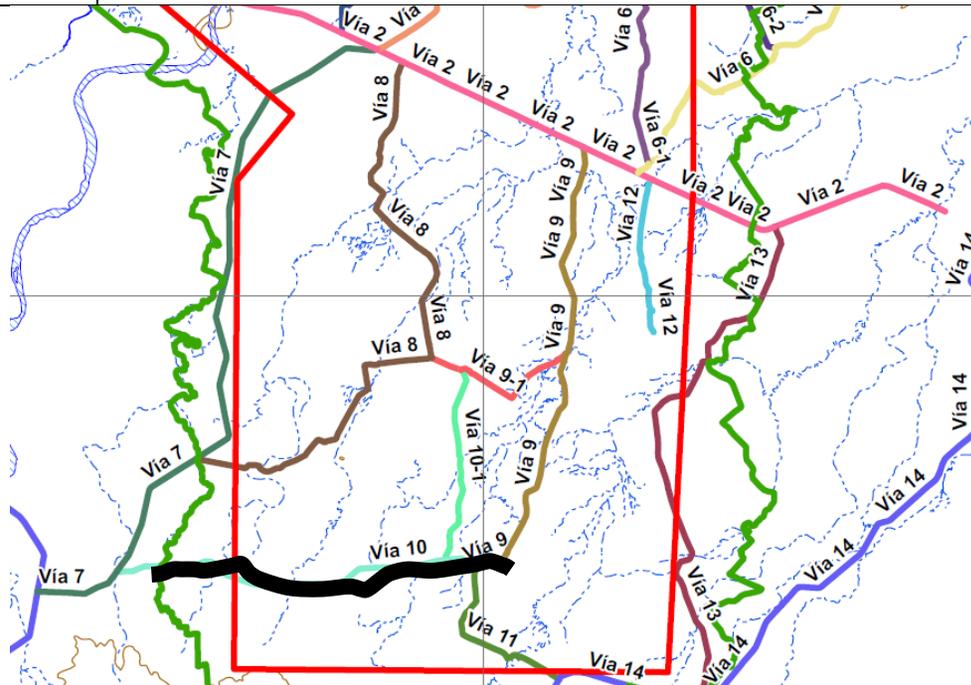
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
9-1	3,528	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Suroeste, inicia en la Vía 9 a la altura de la abscisa K4+400 en la vereda La Granada. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra al interior del área de influencia directa para el <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-26</b>.</p>
		 <p><b>Figura 2-26 Vía 9-1 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>	

**Tabla 2-42 Infraestructura en la Vía 9-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	930.865	1.258.372	1.262.473	1.258.983	K0+100	Cruce de cauce del Caño NN. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	930.650	1.258.084	1.262.260	1.258.694	K0+200	Cruce de cauce del Caño NN. Posible obra de drenaje existente.

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

**Tabla 2-43 Descripción Vía-10 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

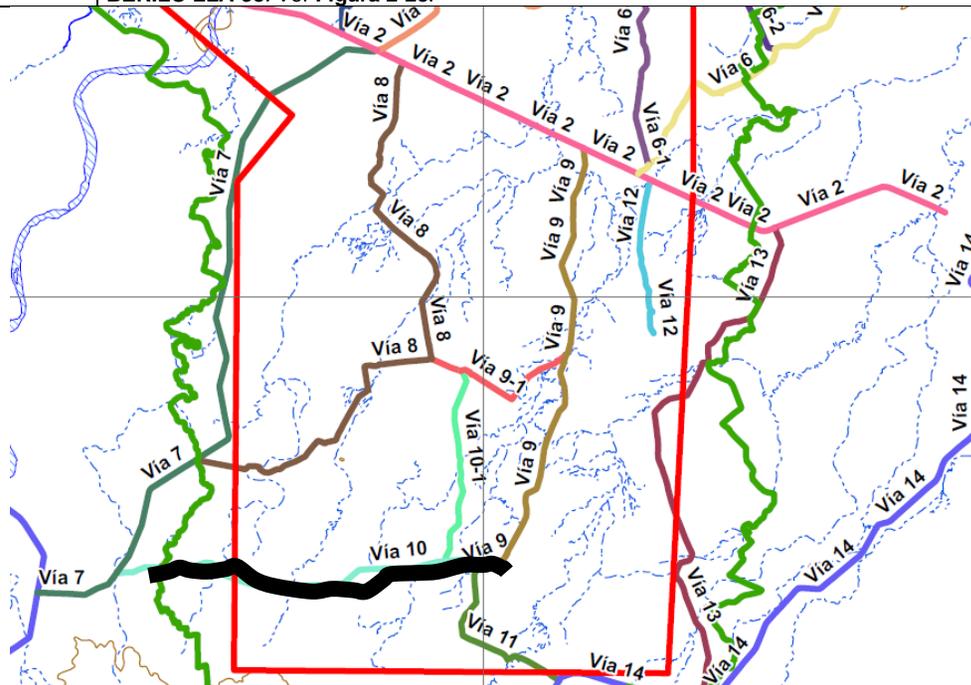
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
10	7,61	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Oeste, inicia en el caserío la Pajulla vereda La Paujila. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos de tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra en su mayoría al interior del AID para el <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-27</b>.</p>
		 <p><b>Figura 2-27 Vía 10 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>	

**Tabla 2-44 Infraestructura en la Vía 10 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	929.787	1.254.661	1.261.418	1.255.262	K4+100	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	926.123	1.254.189	1.257.754	1.254.767	K6+300	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	924.717	1.254.496	1.256.345	1.255.065	K7+800	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-45 Descripción Vía 10-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

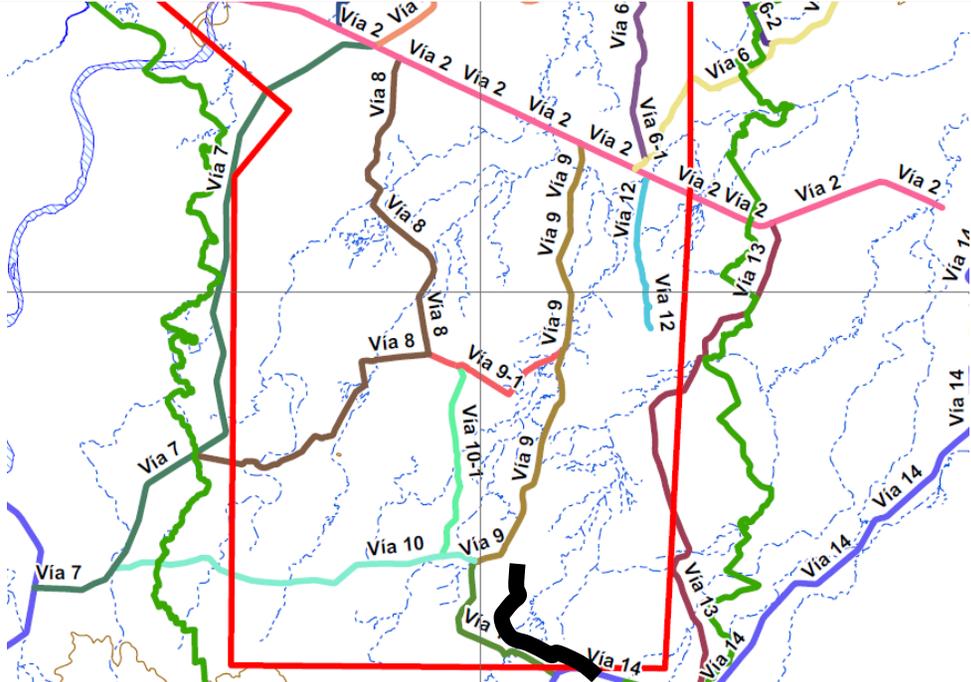
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
10-1	4,00	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Norte, inicia en el caserío La Paujila. Cuenta con un ancho promedio de 4,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra en su mayoría al interior del AID para el APE BERILO LLA-38. Ver <b>Figura 2-28</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-28 Vía 10-1 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S., -2014</p>

**Tabla 2-46 Infraestructura en la Vía 10-1 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	929.526	1.256.770	1.261.143	1.257.371	K2+800	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

**Tabla 2-47 Descripción Vía 11 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

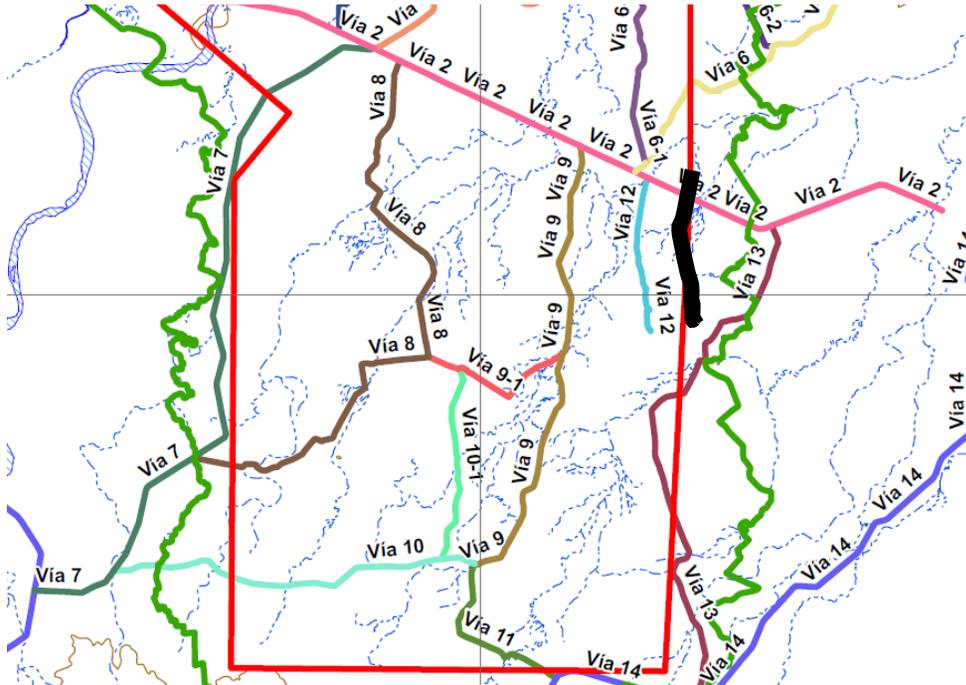
VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
11	3,74	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Sur, inicia en el caserío La Paujila. Cuenta con un ancho promedio de 3,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra al interior del AID para el APE BERILO LLA-38. Ver Figura 2-29.</p>  <p><b>Figura 2-29 Vía 11 del APE BERILO LLA-38</b> Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014</p>

**Tabla 2-48 Infraestructura en la Vía 11 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	930.701	1.252.789	1.262.344	1.253.395	K2+900	Cruce de cauce por el caño La Colorada. Posiblemente obra de drenaje existente.

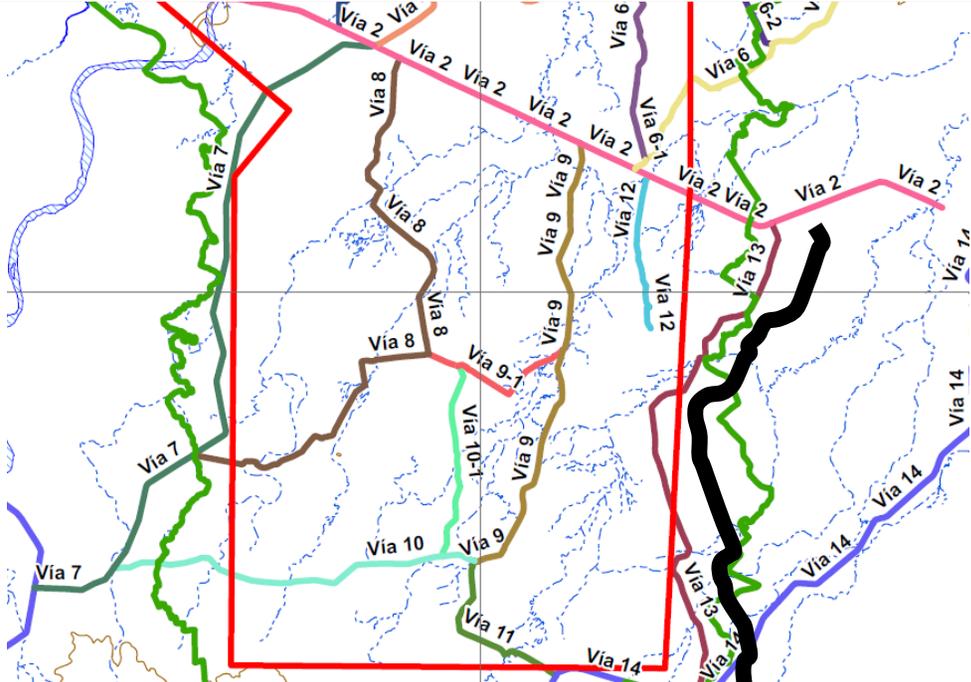
*Fuente: Antea Group S.A.S., -2014*

**Tabla 2-49 Descripción Vía 12 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
12	3,23	MALA	<p>Corredor vial con capa de afirmado en mal estado se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Sur, inicia a partir de la Vía-2 en la abscisa K12+700 coordenada 933.384E – 1.262.329N vereda El Porvenir. Cuenta con un ancho promedio de 3,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra al interior del AID para el <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-30</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-30 Vía 12 del APE BERILO LLA-38</b></p>

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-50 Descripción Vía 13 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
13	11,22	REGULAR	<p>Corredor vial con capa de afirmado en regular estado, se encuentra ubicado en un relieve plano a nivel de terraplén que oscila entre los 0,10 m y los 0,50 m de altura en dirección Sur, inicia a partir de la Vía 2 en la abscisa K14+200 vereda El Porvenir. Cuenta con un ancho promedio de 3,0 m y presenta obras de drenaje transversal en buen estado más no presenta obras de drenaje lateral. Sobre esta vía transitan vehículos tipo camioneta y motos los cuales se dirigen a las fincas ubicadas en los alrededores. El corredor vial se encuentra al interior del AID para el <b>APE BERILO LLA-38</b>. Ver <b>Figura 2-31</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-31 Vía 13 del APE BERILO LLA-38</b></p>

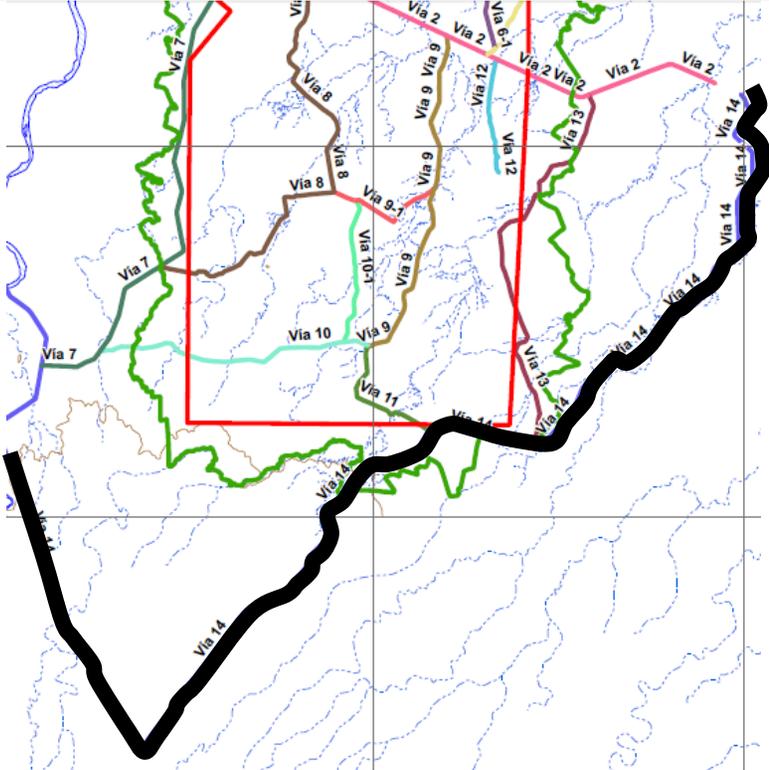
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.

**Tabla 2-51 Infraestructura en la Vía 13 (Accesos hacia el APE BERILO LLA-38)**

OBRA	COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADA DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ABSCISA	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
CRUCE DE CAUCE	934.367	1.258.660	1.265.976	1.259.294	K3+400	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	934.159	1.254.822	1.265.792	1.255.451	K6+800	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.
CRUCE DE CAUCE	934.265	1.253.479	1.265.907	1.254.108	K10+00	Cruce de cauce por el caño NN. Posible obra de drenaje existente.

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

**Tabla 2-52 Descripción Vía 14 (Accesos del APE BERILO LLA-38)**

VÍA	LONGITUD (Km)	TRANSITABILIDAD	DESCRIPCIÓN
14	52,19	REGULAR	<p>Corredor vial de acceso al APE BERILO LLA-38 con un tramo inicial de vía Nacional de primer orden y presenta un tráfico alto, parte del Centro poblado de Saravena y recorre en sentido Suroccidental una longitud de 24,37 Km hasta el Centro poblado el Fortul, posteriormente parte en sentido Noroccidental un tramo de vía .0secundaria departamental con una longitud de 9,11 Km hasta el límite del Área de influencia directa del proyecto al interior de la Vereda Alpes 1 y finalmente recorre una longitud de 18,71 Km hasta el Centro poblado La Esmeralda (Jujua). Ver <b>Figura 2-32</b>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-32 Vía 14 del APE BERILO LLA-38</b></p>

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

2.2.5.2 Actividad petrolera

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en la Ronda 2010, adjudicó a Ecopetrol S.A, mediante contrato de Exploración y Producción de Hidrocarburos (E&P), el Bloque Exploratorio LLANOS 38 (dentro del cual se localiza el APE LLA-38), dicho bloque se encuentra localizado en la región oriental de Colombia, Departamento de Arauca jurisdicción de los Municipios de Saravena y Arauquita.

El Bloque Llanos 38 limita con otros cuatro (4) bloques asignados por la ANH, cuyos detalles y ubicación se presentan en la **Tabla 2-53** y **Figura 2-33**, respectivamente.

**Tabla 2-53 Bloques ANH adyacentes al Bloque Llanos-38**

ID BLOQUE ANH	DENOMINACIÓN	TIPO DE ÁREA	COMPAÑÍA OPERADORA
323	Llanos-39	Exploración	Hocol
408	Llanos-51	Exploración	Andes Energía
2059	Catleya	Exploración	Ecopetrol
2250	Arauca	Producción	Ecopetrol

Fuente: ANH: Mapa de tierras, Enero 23 de 2013 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014



**Figura 2-33 Ubicación Bloque Llanos 38 y bloques ANH adyacentes**

Fuente: Mapa de tierras ANH-2012 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014.

2.2.5.2.1 Pozos perforados

Al interior del **APE BERILO LLA-38**, no existen pozos asociados al sector de hidrocarburos en estado de abandono, inactividad o suspensión.

2.2.5.2.2 Ductos e Infraestructura de Transporte Existente

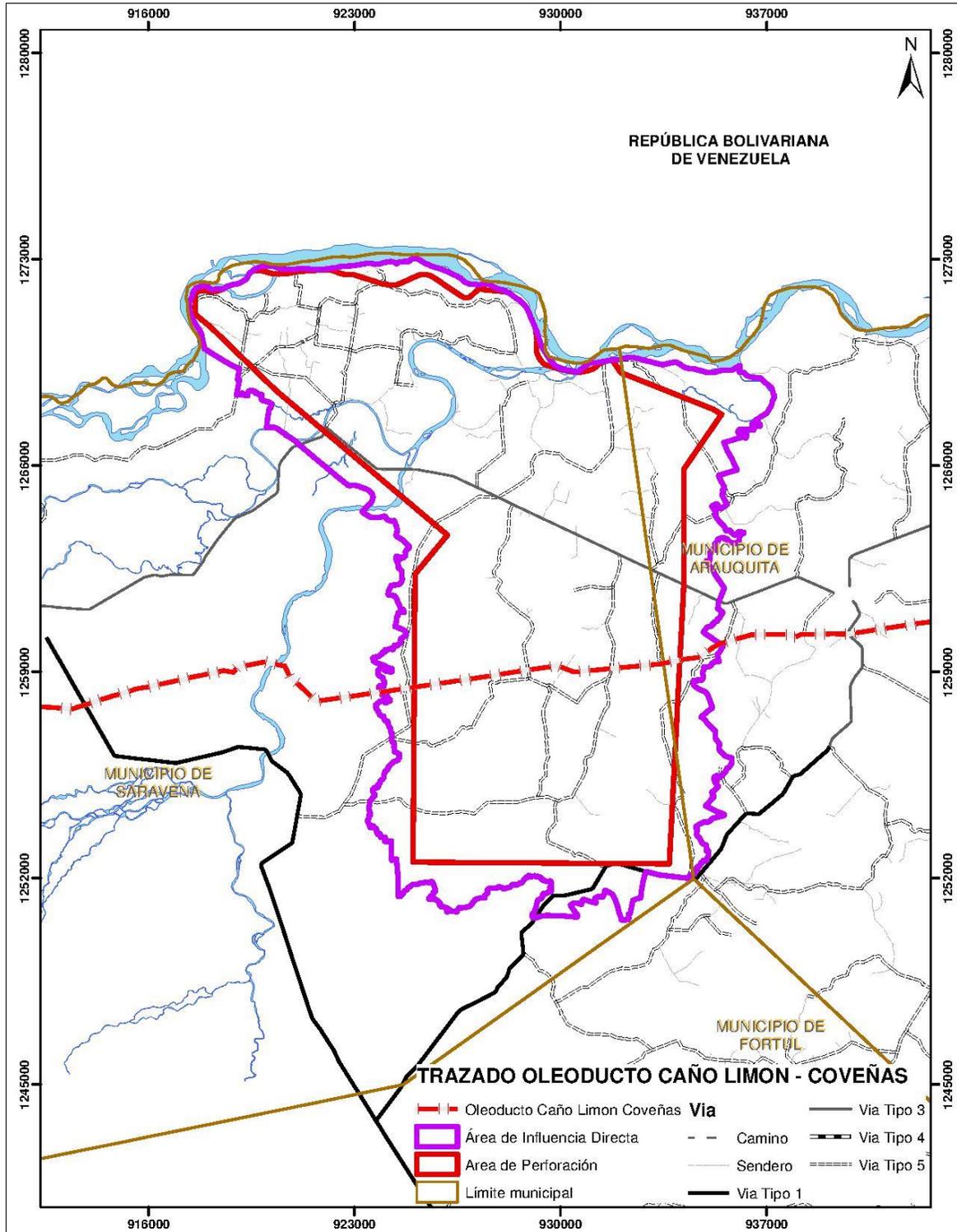
El **APE BERILO LLA-38**, es atravesado por el Oleoducto Caño Limón - Coveñas, cuyas características generales se presentan en la **Tabla 2-54** y en la **Figura 2-35**.

**Tabla 2-54 Especificaciones del Oleoducto Caño Limón Coveñas**

OLEODUCTO CAÑO LIMÓN COVEÑAS	
	
<p><b>Fotografía 2-47</b> Vista aérea de las facilidades campo caño limón</p>	<p><b>Fotografía 2-48</b> Punto de inicio del oleoducto: trampa de despacho en facilidades campo caño limón</p>
<p><i>Fuente: Revista ACP (Asociación Colombiana de Petróleo), Edición N. 03, Febrero 2013.</i></p>	<p><i>Fuente: Revista ACP (Asociación Colombiana de Petróleo), Edición N. 03, Febrero 2013.</i></p>
	
<p><b>Figura 2-34</b> Trazado del oleoducto</p>	<p><b>Fotografía 2-49</b> Punto de llegada del oleoducto: estación de recibo Coveñas</p>
<p><i>Fuente:</i> <a href="http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=127&amp;conID=36123&amp;pagID=127174">http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=127&amp;conID=36123&amp;pagID=127174</a></p>	<p><i>Fuente:</i> <a href="http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=127&amp;conID=36123&amp;pagID=127174">http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=127&amp;conID=36123&amp;pagID=127174</a></p>

OLEODUCTO CAÑO LIMÓN COVEÑAS				
<b>Longitud total y descripción del trazado</b>	El ducto en su recorrido total, tiene una extensión aproximada de 780 Km.			
	<b>Lugar de origen:</b> Facilidad PF-1 Campo Caño Limón ( <b>Fotografía 2-47 y Fotografía 2-47</b> ) operada por OXY y localizada en el Municipio de Arauquita perteneciente al Departamento de Arauca.			
	<b>Lugar de destino:</b> Municipio de Coveñas en el Departamento de Sucre ( <b>Fotografía 2-49</b> ).			
	<b>Recorrido:</b> Inicia en Arauquita; atraviesa la cordillera oriental, en un recorrido por 37 municipios de siete Departamentos: Arauca, Boyacá, Norte de Santander, Cesar, Magdalena, Bolívar y Sucre; para finalizar en la Estación de recibo Coveñas ( <b>Fotografía 2-48</b> ).			
	Durante su recorrido, el ducto realiza conexiones con las estaciones de bombeo: Banadía, Samoré, Toledo, Orú y Ayacucho.			
<b>Diámetro</b>	Diámetros de 18", 20" y 24"			
<b>Capacidad máxima</b>	240.000 barriles por día			
<b>Fluido transportado</b>	Crudo transportado desde el Campo Caño Limón (Arauca), con un API equivalente a 30°.			
<b>Empresa operadora</b>	ECOPETROL S.A.			
<b>Puntos de cruce con el APE BERILO LLA-38</b>	Punto	Coordenadas Geográficas (Magnas Sirgas)		Localización
	Punto inicial	Este: 934051	Norte: 1259395	Vereda Alto Pajuela del Municipio de Saravena
	Punto final	Este: 927965	Norte: 1258905	Vereda La Chucua del Municipio de Saravena
	El tramo comprendido entre los puntos de intersección del <b>APE BERILO LLA-38</b> y el Oleoducto Caño Limón Coveñas, equivale a una longitud de 6,17 kilómetros.			

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.



**Figura 2-35 APE BERILO LLA-38 - Oleoducto Caño Limón - Coveñas**

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014.

### 2.3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para la ejecución de las actividades previstas durante el desarrollo del **APE BERILO LLA-38**, se tendrá en cuenta la gestión social de Ecopetrol S.A., la cual realizará las labores de información y divulgación a las comunidades, autoridades y/o partes interesadas del área de influencia del proyecto, de manera previa al inicio de cualquier tipo de obra.

Teniendo en cuenta el análisis vial realizado a las diferentes rutas de acceso al **APE BERILO LLA-38** y sus vías de comunicación interna, se estima que de acuerdo a las necesidades de movilización de maquinaria, equipos y personal hacia y dentro del APE dichos corredores requieren obras de mantenimiento, adecuación y construcción. La definición de estos tres términos es la siguiente:

**Mantenimiento:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que garantice un servicio óptimo al usuario. Se estima una longitud de 386,44 Km de mantenimiento para las vías requeridas para el desarrollo del proyecto. Es importante resaltar que todas las vías existentes a implementar durante el desarrollo del proyecto y los nuevos accesos a construir, serán objeto de mantenimiento con el fin de asegurar las condiciones de la infraestructura vial requerida para la ejecución de las actividades. (Ver **Tabla 2-55**).

**Adecuación:** Ejecución de las obras necesarias para mejorar las especificaciones técnicas de la vía mediante actividades que impliquen la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del corredor, así como la construcción y/o adecuación de las obras de drenaje, construcción de muros y señalización necesaria. La longitud de vías existentes objeto de adecuación será de hasta 131,10 Km. (Ver **Tabla 2-55**).

**Construcción:** Conformación de nuevos corredores con características geométricas acordes a las normas y especificaciones de diseño. Estas vías serán construidas para acceder a las zonas propuestas para el desarrollo del proyecto (localizaciones, ZODME, ZODAR, Centros de Acopio, etc.). El material para la construcción de vías podrá ser obtenido de zonas de préstamo lateral y/o canteras que cuenten con licencia ambiental y título minero vigentes. La construcción de vías en los trazados existentes (Huella vehicular sobre terreno natural) será de hasta 0,68 Km, la construcción de vías en Senderos hasta de 58,20 Km y la construcción de vías nuevas proyectadas hasta de 60 Km para un total de hasta 118,88 km. (Ver **Tabla 2-55**).

Las actividades de mantenimiento serán realizadas tanto a las vías existentes como a las vías proyectadas debido a la necesidad de mantener el buen estado de las mismas durante la ejecución del proyecto, cabe resaltar que las actividades de adecuación y mantenimiento solo se realizarán en los tramos requeridos para acceder a los pozos exploratorios y a otras áreas, teniendo en cuenta la infraestructura vial existente y las distancias hacia los posibles sitios donde se ubicarían las plataformas multipozos, ZODME, ZODAR, helipuertos, sitios de captación, vertimientos y otros, los cuales se estimaron en visita de campo y cartográficamente.

Por otra parte, teniendo en cuenta que algunos de corredores de movilización dentro del **APE BERILO LLA-38** están representados por senderos, dichos corredores existentes serán objeto de construcción en caso que el proyecto requiera su utilización. Es importante resaltar que solo serán objeto de mantenimiento, adecuación o construcción los corredores viales a utilizar durante el desarrollo **APE BERILO LLA-38** más no todos los corredores pertenecientes a dicha área.

El proyecto exploratorio en el **APE BERILO LLA-38** contempla la construcción de hasta 10 localizaciones con áreas de hasta 8 Ha cada una, con la posibilidad de ampliación para el área de facilidades tempranas de producción (FTP) de 0.9 Ha, teniendo un área total de hasta 8,9 Ha por localización. Dentro de cada localización se tiene contemplado la adecuación y construcción las

siguientes áreas: Plataforma multipozos de 2,0 Ha (*Incluye: ubicación mesa del taladro, con espacio para 5 pozos exploratorios y/o pozos inyectoros por localización, zonas para almacenamiento de químicos, zona para generadores, zona para equipos primarios de control de sólidos, zona para piscinas y unidades de tratamiento de lodos, zona para instalación de los equipos de cementación, completamiento, cañoneo, pruebas de producción, instalación de campamentos y oficinas*), Zona de Acopio Temporal de la Capa Vegetal de 0,4 ha, Zona de Acopio del Material de Construcción de 1,0 ha, Zona de Disposición del Material Sobrante de Excavación (*denominado ZODME localizado*) de 0,9 ha, Zona de Disposición de las Aguas Residuales Tratadas (*denominado ZODAR localizado*) de 2,0 ha, Zona de Préstamo Lateral de 0,5 ha, Helipuerto de 0,1 ha, Zona para Parqueaderos y Otros (instalaciones de apoyo) de 1,1 ha y la posible área de ampliación de las Facilidades Tempranas de Producción (FTP) de 0,9 ha.

Además se contempla la adecuación de seis áreas adicionales para la ubicación de las ZODME, ZODAR y Zona de Acopio Temporal del Material de Construcción - *centralizadas*, que son diferentes a las que se encontrarán dentro de las localizaciones; de la siguiente manera: tres áreas adicionales para las Zonas de Disposición del Material Sobrante de Excavación (*denominadas ZODME centralizadas*) de 2,0 ha cada una y un volumen máximo de 60.000 m<sup>3</sup>, dos (2) áreas adicionales para las Zonas de Disposición de las Aguas Residuales Tratadas (*denominadas ZODAR centralizadas*) de 4,0 ha cada una y un área adicional para el Acopio Temporal del Material de Construcción de 2,0 ha. Es importante aclarar que su ubicación exacta se definirá en los respectivos Planes de manejo ambiental específicos de las localizaciones a construir y que las áreas que se intervendrán para las instalaciones de apoyo como son los campamentos transitorios, estarán dentro de las áreas a intervenir por la construcción de localizaciones.

Las áreas requeridas para la construcción de las localizaciones, se ubicarán teniendo en cuenta los sitios de interés geológico y las consideraciones establecidas en el **Capítulo 6 – Zonificación del Manejo Ambiental** del presente estudio.

El movimiento de tierras en la construcción de las localizaciones y vías de acceso, se proyectará como cortes y rellenos compensados (volumen de material de corte igual al volumen de relleno requerido); sin embargo por el relieve plano de la zona, en caso de requerirse materiales de construcción, estos deberán provenir de zonas de préstamo lateral, asegurando que dicho material cumpla con los requerimientos geotécnicos establecidos en el diseño, de igual manera podrán utilizarse canteras debidamente autorizadas que cuenten con licencia ambiental y título minero; el acarreo del material se realizará siguiendo las normas ambientales establecidas para su traslado.

Para las vías se contempla proyectar dichas zonas como canales paralelos al trazado, mientras que en las localizaciones se estima un área aproximada de 5.000 m<sup>2</sup>.

En cada localización del **APE BERILO LLA-38** se van a perforar hasta cinco (5) pozos para un total de cincuenta (50) pozos exploratorios. Por cada localización se tiene prevista la posibilidad de reconvertir un pozo exploratorio a pozo reinector o disposal, para un total de hasta diez (10) pozos reinyectores o disposales.

La perforación de los pozos (exploratorios o inyectoros) se realizará mediante un sistema de rotación utilizando lodos base agua y/o aceite, el cual se describe detalladamente en el ítem de Sistemas y Procesos de Perforación contenido en el numeral **2.2.6.4 – Perforación de pozos**, del presente capítulo, mientras que los pozos disposal se ajustaran a las profundidades de aquellas formaciones geológicas donde inicialmente se han identificado algunas arenas de la Unidad C7 en la Formación Carbonera).

Por otra parte, para determinar la productividad de los pozos, se realizarán pruebas cortas y extensas de producción, las cuales determinarán las características de los fluidos y la viabilidad del proyecto a largo plazo, esto se realizará en las FTP solicitadas para las Localizaciones.

Para facilitar el manejo y transporte de fluidos tales como agua y crudo dentro del **APE BERILO LLA-38**, se construirán líneas de flujo paralelas a las vías o a campo traviesa. Los corredores de las líneas de flujo tendrán una longitud máxima de 60 Km, con un ancho de derecho del corredor de hasta 12 m (podrán establecerse de 1 hasta 4 líneas de flujo por derecho del corredor, dependiendo del fluido que se desea transportar, agua, aguas residuales tratadas, hidrocarburos y otros) y tuberías de hasta 6" de diámetro; las líneas se podrán instalar enterradas o superficiales, y su trazado se realizará de acuerdo a la zonificación de manejo.

El crudo y demás fluidos podrán ser transportados mediante carro – tanques que recolectarán el producto en las FTP ubicadas al interior de las localizaciones del **APE BERILO LLA-38**. El crudo será llevado hasta las estaciones más cercanas de Ecopetrol S.A., que cuenten con la capacidad para el almacenamiento del fluido. Se podría requerir de igual manera, el transporte de las aguas producto de las pruebas cortas y extensas de producción, las cuales serán enviadas a estaciones cercanas de Ecopetrol S.A. y/o entregadas a un tercero autorizado para su tratamiento y disposición final.

El proyecto exploratorio para el **APE BERILO LLA-38**, requerirá el uso y aprovechamiento de recursos naturales como captación superficial y subterránea, aprovechamiento forestal y vertimiento de aguas residuales tratadas sobre cuerpos de agua y/o sobre suelos (ZODAR), teniendo en cuenta las diferentes etapas del proyecto. Por esta razón se procurará efectuar un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales y la menor afectación de los mismos, minimizando los impactos sobre el medio ambiente.

En cuanto a la disposición del recurso hídrico, se ubicarán los sitios más favorables para el vertimiento de aguas tratadas, donde prima la sensibilidad y la resiliencia del medio (Ver **Capítulo 4. Uso, demanda y/o aprovechamiento de recursos**), el vertimiento en subsuelo se realizará mediante pozos inyectores disposal y se garantizará un apropiado tratamiento a las aguas residuales antes de su vertimiento de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1594/84 en el cual se reglamentan los “usos del agua y residuos líquidos” o la norma que lo adicione o modifique (Decreto 3130 y su resolución reglamentaria).

De igual manera, el vertimiento de aguas en suelo (ZODAR) obedece a aguas residuales tratadas que se deben verter por medio de un sistema aspersor sobre suelos permeables que permitan el paso del agua de la superficie al interior del sub suelo.

La disposición de material sobrante de excavación se llevará a cabo por medio de ZODME, las cuales se ubicarán aledañosamente a las localizaciones y/o a las vías existentes, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la Zonificación de Manejo Ambiental, las cuales serán avaladas por la ANLA.

En el desarrollo de las actividades de adecuación y/o construcción de vías se prevé la construcción de estructuras de paso en la confluencia de dichos corredores viales y las corrientes hídricas, con el fin de prevenir la alteración de la dinámica fluvial y garantizar la continuidad y transitabilidad durante la mayor parte del año; las obras se construirán en aquellos sitios que cuenten con permiso de ocupación de cauce.

Para el manejo de las aguas residuales se contempla adicionalmente la implementación del método de evaporación de forma mecánica, cuyo funcionamiento se basa en el uso de aspersores que atomizan el agua de forma tal que se convierta en partículas de tamaño controlado que luego sean dispersadas por el viento.

Como medida para el control del material particulado generado por la actividad de transporte terrestre sobre los corredores viales que sean objeto de adecuación y construcción, se contempla el humedecimiento de las vías empleando las aguas residuales tratadas y/o agua cruda, mediante el uso de carro - tanque con un sistema de riego adosado a los vehículos.

Para la movilización de maquinaria, equipos, personal y materiales se contempla la posibilidad de contar con la ayuda de transporte heliportado, por lo cual en cada una de las localizaciones se proyecta la construcción de helipuertos.

Aprovechamiento forestal: Los volúmenes forestales a intervenir, corresponden a la remoción de cobertura vegetal necesaria para llevar a cabo las actividades de adecuación y construcción de obras civiles y se encuentran consignados en el **Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.**

La recuperación ambiental de las áreas intervenidas comprende el control de la erosión en taludes y vías de acceso durante la adecuación y construcción de obras civiles; posteriormente se realizará el manejo y control de la erosión durante la etapa de desmantelamiento y abandono.

### **2.3.1 Vías de acceso al área, localizaciones e instalaciones de apoyo**

#### **2.3.1.1 Vías de acceso**

De acuerdo a la caracterización de la infraestructura vial existente en el área del proyecto presentada en el numeral **2.2.5.1.2 Vías existentes en el APE BERILO LLA-38**, las obras a ejecutar en la infraestructura vial existente para asegurar condiciones óptimas de transitabilidad de materiales, personal, maquinaria y equipos, se determinó lo siguiente:

#### ➤ **Corredores viales objeto de posible mantenimiento**

Los corredores viales objeto de posible mantenimiento fueron determinados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los corredores viales a implementar durante el desarrollo del proyecto que se encuentran a cargo del Departamento y que están categorizados como tipo 3 de acuerdo a la Clasificación IGAC.
- Los tramos de corredores viales que se encuentran fuera del AID del proyecto y que se encuentran categorizados como tipo 5 de acuerdo a la clasificación IGAC.

Es importante resaltar que todas las vías existentes a implementar durante el desarrollo del proyecto y los nuevos accesos a construir, serán objeto de mantenimiento con el fin de asegurar las condiciones de la infraestructura vial requerida para la ejecución de las actividades.

#### ➤ **Corredores viales objeto de posible adecuación**

Los tramos de corredores viales objeto de posible adecuación corresponden aquellos que se encuentran al interior del AID del proyecto y que están categorizados como tipo 5 de acuerdo a la clasificación IGAC, debido que no cuentan con las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el desarrollo del proyecto. Por tanto, 129,46 Km de corredores viales serán objeto de adecuación. Ver **Tabla 2-55**.

➤ **Construcción de vías en trazados existentes**

Se estima que para el desarrollo del proyecto se requerirá la construcción de vías en los trazados existentes (Huella vehicular sobre terreno natural) será de hasta 0,68 Km, la construcción de vías en Senderos hasta de 58,20 Km; dicha longitud incluye los tramos de las vías pertenecientes al **APE BERILO LLA-38** tipo 6 y 7, respectivamente de acuerdo a la clasificación IGAC que se encuentren al interior del AID del proyecto. Ver **Tabla 2-55**.

➤ **Construcción de nuevos acceso**

Con el fin de determinar los kilómetros de nuevos accesos a construir para el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un análisis de los posibles sitios donde estarán ubicadas las diferentes áreas del proyecto a lo largo de todo el APE, evidenciando las necesidades de acceso a dichas áreas; posteriormente de manera cartográfica se realizó una estimación de las distancias a cubrir con los nuevos accesos, infiriendo que la longitud de los nuevos corredores viales que se requerirán para el desarrollo del proyecto corresponde a un valor máximo de 60 Km (hasta 6 km por localización); dichas vías permitirán los accesos a localizaciones, sitios de captación y vertimiento.

Es importante resaltar que solo serán objeto de mantenimiento adecuación o construcción los corredores viales a implementar durante el desarrollo **APE BERILO LLA-38** más no todos los corredores pertenecientes a dicha área. En la **Tabla 2-55** se presentan las longitudes de los tramos objeto de posible mantenimiento, adecuación o construcción.

**Tabla 2-55 Kilómetros de corredores viles objeto de mantenimiento, adecuación o construcción al interior de AID del proyecto**

VÍA	CLASIFICACIÓN TIPO IGAC	TIPO DE OBRA	LONGITUD (Km)
1	3	Mantenimiento	12,28
2	3	Mantenimiento	18,98
3	5	Adecuación	8,59
3-1	5	Adecuación	0,99
3-2	5	Adecuación	8,30
3-3	5	Adecuación	2,61
	7	Construcción	0,31
3-4	5	Adecuación	5,69
	7	Construcción	0,40
3-5	5	Adecuación	15,08
	7	Construcción	0,16
4	5	Adecuación	8,15
	7	Construcción	0,16
5	5	Adecuación	4,39
	7	Construcción	3,77
6	5	Adecuación	3,37
6-1	5	Adecuación	3,25
	7	Construcción	2,21
6-2	5	Adecuación	6,23
	7	Construcción	0,51
7	5	Adecuación	10,28
8	5	Adecuación	13
9	5	Adecuación	9,34
9-1	5	Adecuación	3,28
10	5	Adecuación	6,7
10-1	5	Adecuación	4

VÍA	CLASIFICACIÓN TIPO IGAC	TIPO DE OBRA	LONGITUD (Km)
11	5	Adecuación	3,74
12	5	Adecuación	3,23
13	5	Adecuación	9,24
14	1	No requerirá labores de mantenimiento	52,19

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Los kilómetros de vías que por temas de orden público no fueron caracterizados en campo y cuya descripción no fue posible corroborar, se consideran con características equivalentes a las de los corredores viales descritos en el presente estudio. El estimativo de las longitudes de vías que no se caracterizaron se presenta a continuación:

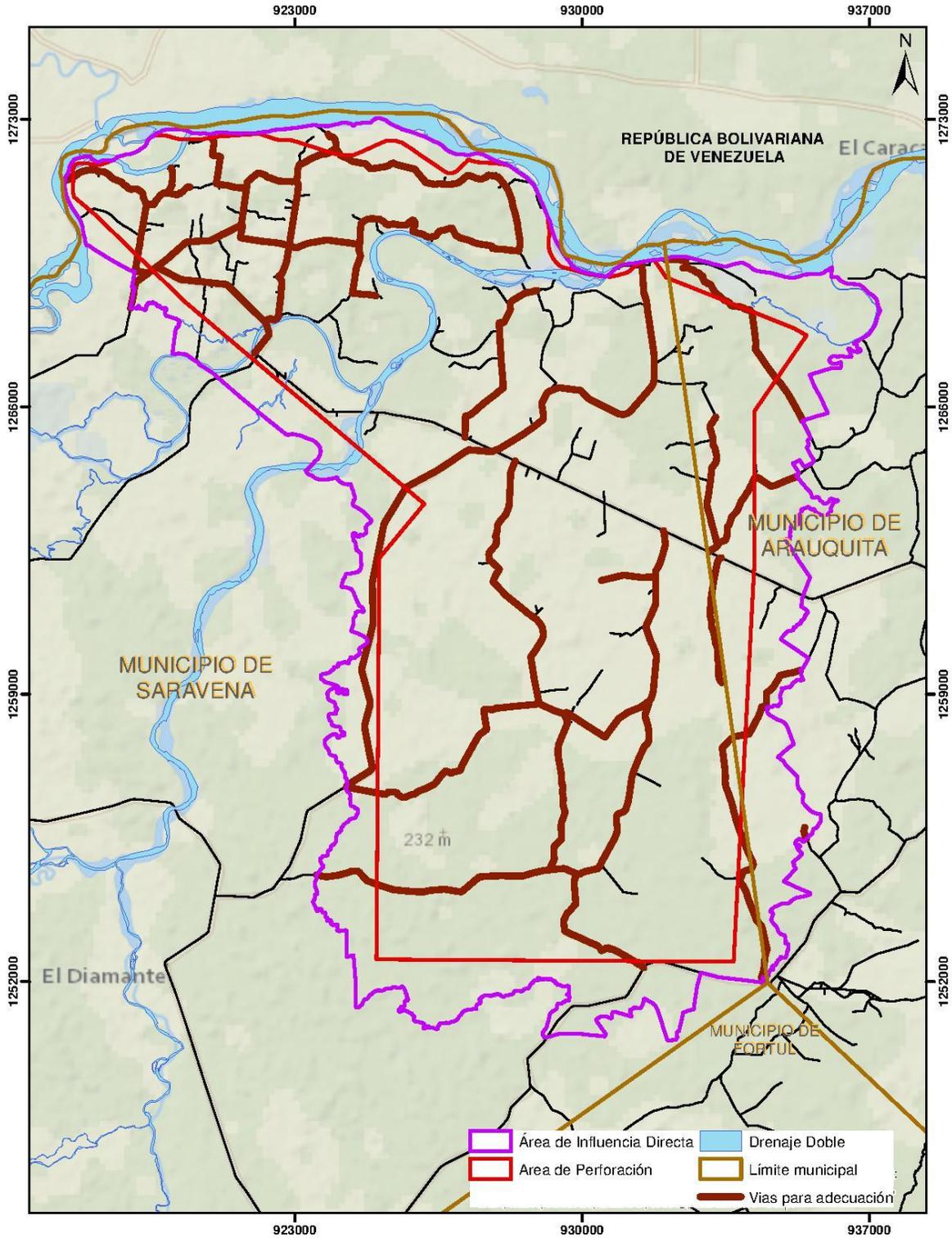
- Tipo 5 (Carretera Sin Pavimentar Transitable en Tiempo Seco): 1,64 Km.
- Tipo 6 (Huella vehicular sobre terreno natural): 0,68 Km.
- Tipo 7 (Sendero): 50,69 Km.

Dichas longitudes serán tenidas en cuenta para la realización de actividades de mantenimiento, adecuación o construcción según sea el caso, si llegan a requerirse durante el desarrollo del proyecto. En conclusión se proyectan labores de mantenimiento para un total de hasta 388,44 Km, labores de adecuación para un total de hasta 131,10 Km (Ver **Figura 2-36**) y labores de construcción para un total de hasta 118,88 Km (Ver **Figura 2-37**).

Las actividades que se muestran a continuación son específicas y se llevan a cabo para realizar cada tipo de intervención en los corredores viales; a su vez, se encuentran inmersas en las actividades evaluadas en las matrices de identificación y evaluación de impactos del proyecto.

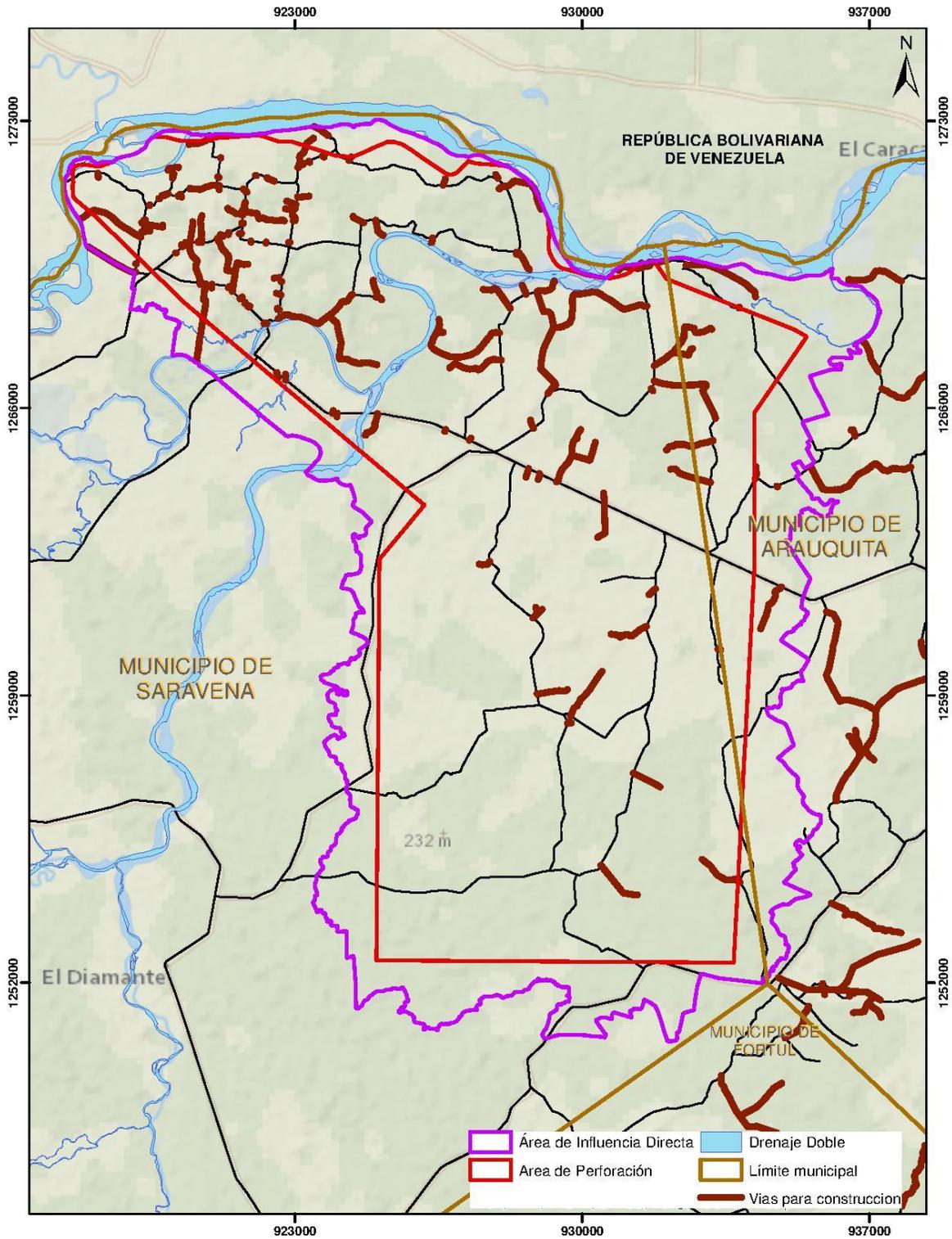
Las labores de mantenimiento podrán ser las siguientes:

- Mantenimiento de obras de drenaje: Consiste en remover vegetación, basuras, sedimentos, entre otros, que puedan obstruir el sistema de drenaje longitudinal (cunetas y descoles) y transversal de las vías de acceso (Alcantarillas, Box Culverts, etc.).
- Bacheo sobre depresiones formadas en la superficie de la vía: Consiste en la reparación superficial de la capa asfáltica de las vías de acceso.
- Reconformación de capas de afirmado: Consiste en
- Rocería: Consiste en cortar la vegetación de la carretera que impida la visibilidad en el camino, de manera que facilite el libre tránsito vehicular. Generalmente se realiza hasta las cercas que delimitan los predios aledaños.
- Reconformación del sistema de drenaje de la vía: Consiste la reconformación de las cunetas y los descoles de las vías de acceso, cuando dichas estructuras presentan procesos erosivos.
- Revegetalización de taludes: Consiste en recuperar la vegetación original de los taludes de las vías de acceso con el fin de evitar procesos erosivos que puedan generar la pérdida de estabilidad de los taludes. Para la revegetalización de taludes se hará uso de geo mantos (mantos elaborados con fibras naturales).
- El uso de fibras naturales se debe proponer a lo largo de la descripción de las actividades del proyecto. Proponer el uso de fibras naturales, en la ejecución de las diferentes obras civiles. Por ejemplo, mencionar que para la actividad de revegetalización de taludes se pueden utilizar mantos de fibras naturales (coco, fique, etc.).



**Figura 2-36 Vías objeto de adecuación APE BERILO LLA-38**

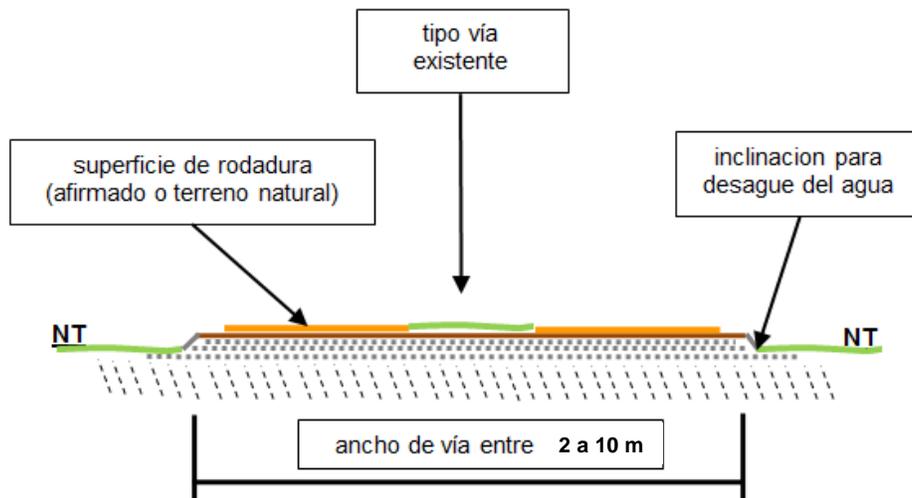
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.



Los trabajos de adecuación pueden incluir:

- Ampliación de la calzada: Consiste en realizar todas las obras necesarias para lograr que las vías cumplan con las especificaciones técnicas establecida y así asegurar la movilidad durante el desarrollo del proyecto.
- Construcción de sobrepaso: Son estructuras que facilitan el tránsito de vehículos pesados (permiten el paso simultaneo de 2 tracto mulas, 4,5 a 5,5 metros) en aquellos tramos de vía que cuentan con las especificaciones mínimas de calzada, las especificaciones técnicas de estas estructuras se encuentran consignadas en el numeral 2.3.1.1.1 Especificaciones técnicas.
- Realineación de curvas verticales y horizontales. Consiste realizar las obras necesarias para que las vías de acceso objeto de adecuación, cumplan con las características geométricas requeridas y establecidas en los diseños definitivos.
- Instalación, refuerzo y/o cambio de obras de drenaje transversal o lateral
- Obras de geotecnia: Consiste en la construcción obras para la estabilización de los taludes de las vías de acceso como estacas, trinchos, etc.

En la **Figura 2-38** se observa el esquema típico de las vías existentes objeto de adecuación y que permitirán el acceso o comunicación a las localizaciones y demás instalaciones del proyecto, para el ingreso de maquinaria, equipos y personal, al interior del **APE BERILO LLA-38** y los sitios de captación y vertimiento, ZODME y ZODAR. De acuerdo a la caracterización vial, se contempla la adecuación de hasta 131,10 Km de corredores viales existentes.



**Figura 2-38** Esquema del Tipo de Vías Existentes en el APE BERILO LLA-38

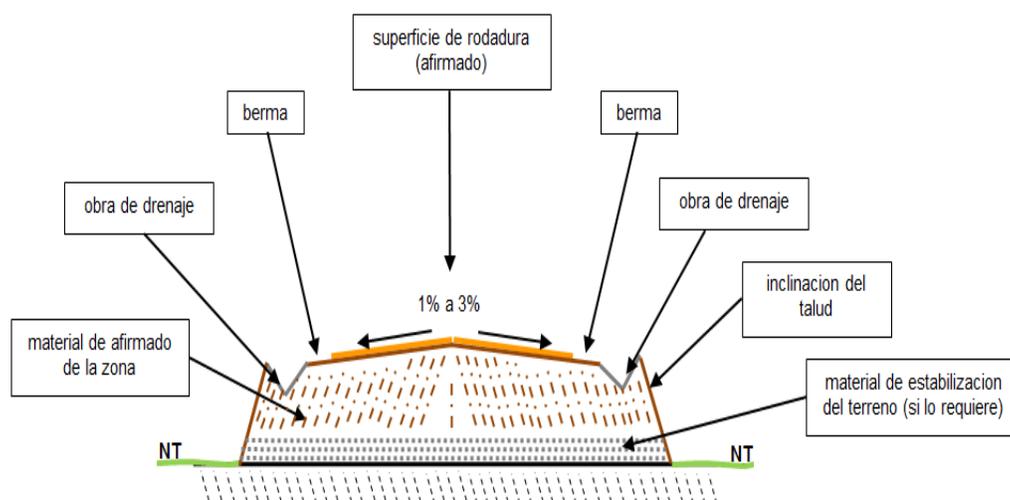
Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

Las actividades a realizar para la construcción de vías son:

- Localización y replanteo: Mediante materialización con estacas y mojones tomados como referencia para los levantamientos topográficos, la comisión de topografía localizará con exactitud el área establecida para la construcción de las vías de acceso y las demarcará adecuadamente, de tal forma que sirvan de orientación a los operadores de maquinaria pesada quienes serán los encargados de realizar las labores posteriores de descapote y movimiento de tierras.

- Remoción de cobertura vegetal y descapote: Se entiende por remoción de cobertura vegetal y descapote, la remoción de la capa superficial del terreno natural para eliminar el material orgánico que ocupa el área donde se construirán las vías de acceso de acuerdo a los diseños realizados.  
  
Una vez demarcada el área a intervenir, esta será despejada de arbustos y vegetación existente, posteriormente se procederá a remover el material orgánico; el espesor del movimiento de dicho material dependerá de las condiciones específicas del suelo encontrado en cada sitio y de las condiciones de diseño.
- Excavaciones, cortes y rellenos: Las excavaciones mecánicas presupuestadas corresponden a la re nivelación de la rasante en áreas pendientadas, generando un material que debe ser seleccionado previamente para ser utilizado. Los rellenos se llevarán a cabo con material seleccionado compactado. En lo posible se realizarán cortes y rellenos compensados con el fin de optimizar el material.
- Extracción de material de zona de préstamo lateral: Consiste en realizar la excavación necesaria para extraer material útil para la conformación de la rasante de las vías de acceso u obra en la cual se necesite remplazar material existente in situ que no cumpla con la capacidad de soporte estimada en los diseños tipo
- Conformación de la calzada: Consiste en la conformación de la rasante y disposición de material de sub-base granular para la capa de rodadura
- Construcción de las obras de drenaje: Consiste en la implementación de obras que protejan las vías de la escorrentía superficial (alcantarilla y estructura de entrega) y que permitan la continuación del drenaje natural del terreno
- Señalización: Consiste la colocación de señales preventivas, informativas, reglamentarias y ambientales necesarias para la construcción de los corredores viales, con el fin de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito contribuyendo con la seguridad de la movilidad en la ejecución de las obras.

En la **Figura 2-39** se observa el esquema típico de la construcción de un nuevo corredor vial.



**Figura 2-39** Esquema tipo de la construcción de un nuevo corredor vial

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

### 2.3.1.1.1 Especificaciones técnicas

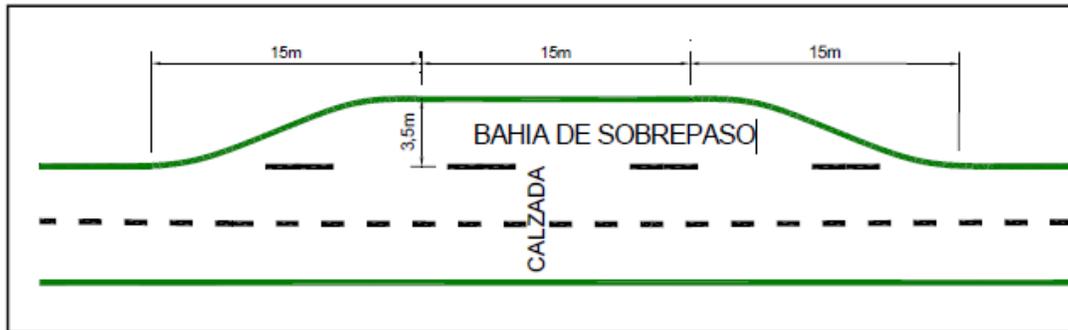
Teniendo en cuenta lo anterior las vías que se pretendan utilizar para el proyecto deben contar con las especificaciones técnicas propuestas en la **Tabla 2-56**.

**Tabla 2-56 Especificaciones técnicas vías para el desarrollo del APE BERILO LLA-38**

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
Pendiente Máxima Vía	7% en tramos no mayores a 100 m.
Ancho de Banca*	Hasta 8,0 m
Ancho de Calzada*	Variable entre 4,5 - 7,0 m
Velocidad Promedio	30 Km/h
Radio Mínimo	22 m con deflexiones menores a 60°
Bombeo Normal en Vía	3%
Espesor del afirmado	0,15 m – 0,30 m
Colocación de Material para Mejorar la Subrasante	0,15 m - 0,50 m
Taludes de Relleno (donde se requiera)**	1H:1V, 1,5H:1V, 2H:1V, 3H:1V
Taludes de Corte (donde se requiera)**	1H:1V, 1,5H:1V, 2H:1V, 2,5H:1V
Longitud Máxima en Vías Nuevas (desde vías existentes a las Localizaciones y/o Zonas para el desarrollo de proyecto)	Hasta 67,52 Km
Altura Máxima del Terraplén**	0,5 m - 3,0 m (según condiciones del sitio)
Ancho del Derecho de Vía (incluye: estructura vial, bahías de estacionamiento, sobre pasos, obras de drenajes y áreas de préstamo lateral).*	Veinticinco (25) m.
Ocupaciones de Cauces	Cruces de vías sobre cuerpos de agua naturales o corrientes de agua con las posibles obras civiles requeridas: alcantarillas sencillas dobles o batería de alcantarillas, Box Culvert, Pontones o Puentes)
Bahías de Estacionamiento y sobrepasos*	Hasta 5,0 m de ancho X 100 m de longitud
Sobrepasos sobre Vías	3,5 m de ancho x 45 m de longitud
(*) El ancho puede ser menor.	
(**) Depende de la estabilidad del terreno.	

Fuente: Ecopetrol S.A. -modificado por Antea Group S.A.S., -2014.

De acuerdo a las necesidades de las vías a adecuar o construir, se proyectan sobrepasos, las cuales se requerirán cuando las calzadas de los corredores viales se construyan con las especificaciones mínimas, las cuales contemplan anchos que no permiten el paso de dos tracto mulas (4,5 a 5,5 metros). Dichas estructuras serán construidas con longitudes mínimas de 15 m más 15 m de transición a la entrada y la salida, así como anchos mínimos entre 3,5 m y 5,0 m, cuya función principal es permitir que los vehículos pesados cuenten con una zona de estacionamiento temporal que facilite las maniobras de adelantamiento de otros vehículos, permitir la movilización segura de dos tracto-mulas y facilitar sitios de parqueo ante cualquier situación imprevista y/o emergencia; las condiciones técnicas de las bahías de parqueo corresponden a las especificaciones de la calzada adyacente y se proyectarán cada 500 metros o donde la topografía del corredor lo permita (**Figura 2-40**).



**Figura 2-40** Diseño tipo de la bahía de sobrepaso

Fuente: Instructivo y Especificaciones Técnicas – Ambientales para la Optimización de Obras Civiles en Vías y Localizaciones, Ecopetrol S.A., -2012

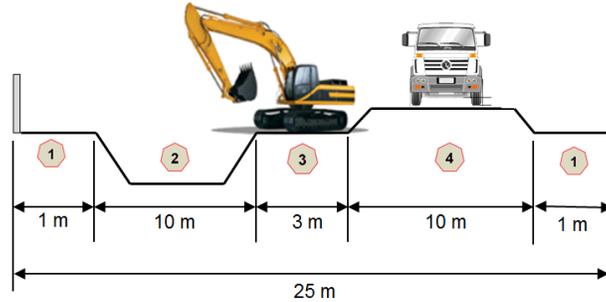
De acuerdo con las expectativas y análisis detallados de los estudios sísmicos del área y los resultados de la zonificación ambiental y de manejo del presente estudio, Ecopetrol S.A., definirá, a medida que transcurre el proyecto, los sitios para la construcción de las localizaciones, áreas para las cuales serán desarrollados los estudios para la elaboración de los diseños detallados de las obras civiles necesarias, los cuales contemplan la adecuación de la localización y el diseño final de la vía de acceso. Los diseños serán allegados a las autoridades correspondientes como parte del Plan de Manejo Ambiental de cada localización proyectada.

#### ➤ Derecho de vía

El ancho del corredor por Derecho de vía para los nuevos corredores viales será de 25 metros (**Tabla 2-56**), el cual es propuesto para los nuevos accesos a construir y para aquellos que serán objeto de adecuación como parte del proyecto, lo cual se sustenta en las siguientes consideraciones:

- Vías de Acceso a las Áreas de Interés (Localizaciones, ZODME, ZODAR, Captaciones y Vertimientos): Calzada máxima de hasta siete (7) metros de ancho, los anchos pueden ser menores dependiendo del terreno.
- Bahías de Estacionamiento: Anchos máximos de hasta cinco (5) metros para garantizar la transitabilidad de otros vehículos pesados y facilitar la movilización ante una emergencia y/o imprevisto, su ubicación estará en la entrada y en la salida de las localizaciones y donde la topografía del terreno lo permita.
- Área de movilidad de maquinaria: Ancho de tres (3) metros para garantizar la movilidad de maquinaria.
- Área de Préstamo Lateral: Área paralela a las vías con un ancho de 10 m, una longitud de 100 m y una profundidad efectiva de 2 m con taludes de 1H: 1V, 2H: 1V, 3H: 1V; la separación entre zonas es de 10 m.
- Terraplén de la vía: Ancho de banca de 8 metros y 1 metro a lado y lado por taludes.
- Líneas de Flujo: Las líneas de flujo irán paralelas a las vías o a campo traviesa; las que vayan paralelas a las vías irán incluidas en el DDV de las mismas, el cual será de 25 m y las que vayan a campo traviesa contarán con un DDV de 12 m.

En la **Figura 2-41** se observa el esquema típico propuesto para Derecho de vía de los nuevos corredores viales, con sus correspondientes elementos.



- 1 SEPARACIÓN CON LA CERCA (LÍMITE DDV)
- 2 ÁREA DE PRÉSTAMO LATERAL
- 3 ÁREA DE MOVILIDAD MAQUINARIA
- 4 TERRAPLÉN VÍA

**Figura 2-41 Esquema típico de un derecho de vía**

*Fuente: Antea Group S.A.S., -2014*

El ancho del corredor por Derecho de vía para las vías existentes será de 20 m debido que no contemplan zona de préstamo lateral.

#### 2.3.1.2 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo

Mediante el diseño definitivo de la localización, se establecerán para los métodos constructivos que definen las propuestas de adecuación y construcción de vías que pueden ser requeridas para la perforación exploratoria del **APE BERILO LLA-38**. A continuación se describe el proceso constructivo de las vías de acceso a las localizaciones de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS HI-TER-1-02

##### 2.3.1.2.1 Localización y replanteo

Es la localización topográfica de todos los elementos de la vía en donde se demarca por medio de estacas el eje y chaflanes de la misma, obras de drenaje laterales y transversales, obras de protección a la vía y las obras de geotecnia de la misma. Ver **Fotografía 2-50**.



**Fotografía 2-50 Localización y replanteo**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

### 2.3.1.2.2 Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para la construcción

Las rutas de movilización que serán utilizadas por el proyecto para la movilización de maquinaria, equipos y personal, son las descritas en el numeral 2.2.5.1.2 Vías existentes en el APE BERILO LLA-38 del presente capítulo; sin embargo antes de cualquier movilización es indispensable tener definida la ruta de acceso y el estado de la vías al momento de su utilización (estructura, señalización, capacidad de obras de drenaje, podas etc.).

Igualmente se debe contar con los permisos de movilización relacionados en la Resolución 4959 de 2006 por la cual se establecen los requisitos y procedimientos necesarios con el fin de obtener los permisos para el transporte de cargas indivisibles, extra-pesadas y extra-dimensionadas al igual que las especificaciones de los vehículos destinados para este tipo de transporte.

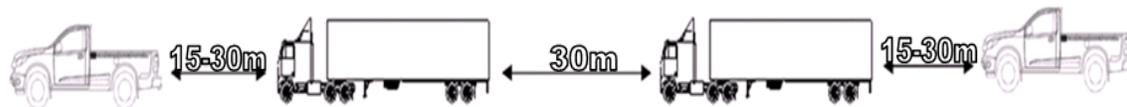
#### ➤ Movilización de la maquinaria extra pesada

Con el objetivo de tomar las medidas necesarias para minimizar los impactos producidos en el flujo vehicular se prevé, dentro de las horas valle, trasladar en caravanas la mayor cantidad posible de equipos extra pesados y extra dimensionados por día con las más estrictas medidas de seguridad. Cada caravana estará separada de la siguiente por una diferencia aproximada de treinta (30) minutos. Se contará con dos vehículos escolta por caravana, uno delante y otro atrás, quienes se encargarán de facilitar la movilidad en la vía durante el traslado de los vehículos mencionados. Los vehículos escoltas, deberán contar con equipo de emergencia y prevención, tales como: linternas, banderas y paletas, cumpliendo con las especificaciones del Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte. En la **Figura 2-42** y en la **Figura 2-43**, se ilustra la manera como deberán trasladarse los equipos en zona rural y urbana.



**Figura 2-42** Tipo de disposición de vehículos a trasladar en zona rural.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Figura 2-43** Tipo de disposición de vehículos a trasladar en zona urbana.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

#### ➤ Movilización de la maquinaria extra dimensionada

Para la movilización de la carga extra dimensionada en cuanto al ancho permitido que corresponde a 3,6 m, se plantea el cierre de la vía a utilizar para la movilización si el tráfico y las condiciones del momento lo permiten, con el fin de promover una movilización segura, generando así el menor impacto posible sobre los diferentes usuarios de la vía. Esta caravana irá acompañada de sus respectivos carros escoltas como anteriormente se describió.

- ✓ Condiciones mecánicas

El equipo debe estar en todo momento bajo condiciones óptimas de funcionamiento para lo cual se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para los vehículos de transporte de maquinaria, equipos, personal y para la misma maquinaria.

Como se van a utilizar vías de carácter privado, nacional y departamental, los vehículos deben cumplir las normas del medio ambiente, en relación con la calidad de las emisiones en condición de marcha mínima o ralentí.

La utilización de silenciadores en los exhostos de los vehículos, maquinaria y equipo, es obligatoria.

✓ Limpieza y mantenimiento de los Equipos

El mantenimiento de los equipos se realizará únicamente en talleres en sitios competentes al interior de las cabeceras urbanas.

El lavado de todo tipo de vehículos y maquinaria sobre cuerpos de agua está totalmente prohibido.

✓ Control de la Contaminación Atmosférica:

Prohibir el uso de cornetas o bocinas que emitan alto nivel de ruido, e instruir a los conductores para evitar el uso innecesario de estos.

Para evitar la emisión de material particulado, especialmente en los sitios de conflicto por ser zonas habitadas o de labores frecuentes, se tomarán medidas como el riego (humedecimiento) de la vía y la reducción de la velocidad de circulación complementada con señales informativas.

Todos los vehículos de más de tres toneladas de capacidad de carga, deben tener el exhosto hacia arriba y efectuar sus descargas a una altura no inferior a 3 m del suelo o a 15 cm por encima del techo de la cabina.

#### 2.3.1.2.3 Instalación y operación de campamentos para obras civiles

El APE BERILO LLA-38, se sitúa en las inmediaciones de la cabecera municipal de Saravena, por tanto, las vías de acceso al área de trabajo inician allí; previendo esta situación se debe tener en cuenta que para realizar las labores de mantenimiento, adecuación y construcción de vías, se debe usar este asentamiento como sitio para la pernoctación del personal encargado de las obras.

Sin embargo teniendo en cuenta la longitud, más el estado actual de las vías de acceso al área, pueden llegar a ser requeridos campamentos móviles desde donde se coordinen los trabajos de cada frente; estos campamentos pueden ubicarse y adecuarse dentro de las fincas circundantes a los corredores viales, donde se realicen actividades de construcción o adecuación de mayor orden.

A su vez para la pernoctación del personal, es viable alquilar las viviendas de dichas fincas para adecuarlas en virtud del personal que laborará en las obras. Se podrá llegar a utilizar los servicios de agua y red sanitaria de las fincas o en el mejor de los casos llegar a mejorarlas o construirlas dejándolas para el uso de sus propietarios luego del retiro del personal.

El personal que utilizará los campamentos será el siguiente:

- Operarios de maquinaria (bulldozer, retroexcavadora, motoniveladora, vibro compactador, volquetas, entre otros).

- Personal de coordinación de las labores de construcción y adecuación (coordinador civil, coordinador ambiental, supervisores, entre otros). El personal de mano de obra no calificada será contratado en la región y pernoctarán en sus respectivas viviendas.
- El número de campamentos a ubicar, dependerá de la cantidad de frentes de trabajo que puedan operarse de manera simultánea y se puede optar por operar desde un mismo campamento dos (2) frentes de trabajo adyacentes, reduciendo al máximo la cantidad de los mismos.

Para la ubicación de los campamentos dentro de las fincas de la región, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Sectores planos o de baja pendiente con una extensión máxima de 2.000 m<sup>2</sup>, incluyendo sitios para el parqueo de equipos o algún tipo de maquinaria, aun cuando la que este en operación parquee temporalmente en las áreas delimitadas para la ejecución de la actividades.
- Áreas alejadas de los cursos de agua y nacedores de acuerdo con lo estipulado en la normatividad ambiental.
- Áreas desprovistas de vegetación.

En caso de que se proyecte la instalación de campamentos para las obras civiles, su ubicación y especificaciones técnicas, se definirán en el Plan de manejo ambiental específico para cada localización. Ver **Fotografía 2-51**.



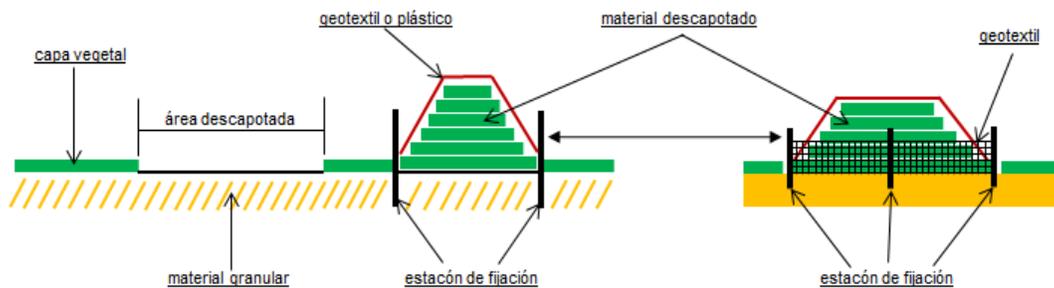
**Fotografía 2-51 Campamento temporal de obras civiles**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

#### 2.3.1.2.4 Remoción de cobertura vegetal y descapote

Consiste en retirar de las áreas de construcción cualquier material orgánico o no adecuado para la fundación de las estructuras proyectadas. En esta etapa es removida toda la vegetación encontrada en las áreas de construcción, incluyendo arbustos y pastos, cabe anotar que podrá llegar a requerirse aprovechamiento forestal de algunas áreas. Esto también incluye la remoción de la capa vegetal, raíces y cualquier material orgánico que pueda encontrarse en el horizonte orgánico o superficial del suelo. Todas las raíces con diámetros mayores de 5 cm encontradas al menos hasta un (1) metro por debajo del nivel del terreno.

El material orgánico removido es acopiado temporalmente en condiciones aptas para su posterior uso en empradización o reconformación de taludes, una vez terminada la conformación del terraplén. La ubicación del lugar de acopio está en función de la distancia al frente de obra. El acopio temporal del material será realizado sobre sitios con condiciones apropiadas para su confinamiento, como pendiente baja, alejados de cuerpos de agua o sectores con flujo de escorrentía superficial y áreas libres de cobertura vegetal arbórea a arbustiva (Ver **Figura 2-44**). Se podrán ubicar paralelos a las vías que serán objeto de adecuación o construcción sobre terrenos planos o de baja pendiente alejados de los cuerpos de agua y cumpliendo con las medidas de manejo ambiental.



**Figura 2-44 Acopio temporal de capa vegetal**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

#### 2.3.1.2.5 Excavación, cortes y rellenos

Para la construcción y adecuación de vías en zonas de terreno plano a ligeramente ondulado típicas del relieve de la zona, donde están combinadas zonas planas, bajos anegables, valles y llanuras aluviales, es necesario realizar la adecuación de tramos en terraplén de tal manera que la adecuación y construcción del corredor vial sea el apropiado. Es necesario efectuar cortes del terreno mediante el uso de maquinaria pesada con el fin de llegar a los niveles requeridos en los diseños; de la misma manera se efectúan los rellenos necesarios. Ver **Fotografía 2-52**.



**Fotografía 2-52 Corte de material**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

Los sectores en los cuales es necesario realizar adecuaciones en corte son los siguientes:

- Sectores donde la vía es proyectada a media ladera y/o vías existentes con calzada inferior a cuatro metros, los cuales requieren el ensanchamiento del corredor y obtener una banca de cinco metros de ancho.

- Tramos donde sea necesario disminuir la pendiente longitudinal de la vía.
- El material resultante de dichos cortes puede ser utilizado para la conformación de los terraplenes de los corredores viales en zonas de bajos o áreas anegables en periodos invernales.

Los sectores en los cuales la adecuación de las vías existentes y la construcción de nuevos accesos requieren de conformación en relleno son:

- Zonas de bajos donde es necesario levantar la rasante para evitar tramos anegables.
- En los accesos a obras de drenaje, alcantarillas y pontones.

Los materiales necesarios para el relleno en las zonas de bajos se obtendrán de los siguientes sitios:

- Zonas de corte o adecuación de las vías realizadas en el sector, para efectos de disminuir la pendiente longitudinal o aumentar el ancho del corredor.
- Zonas de préstamo lateral, sobre el sector de llanura.
- Zonas de préstamo localizadas para cualquiera de los sectores.
- Canteras debidamente certificadas y con licencia de explotación.

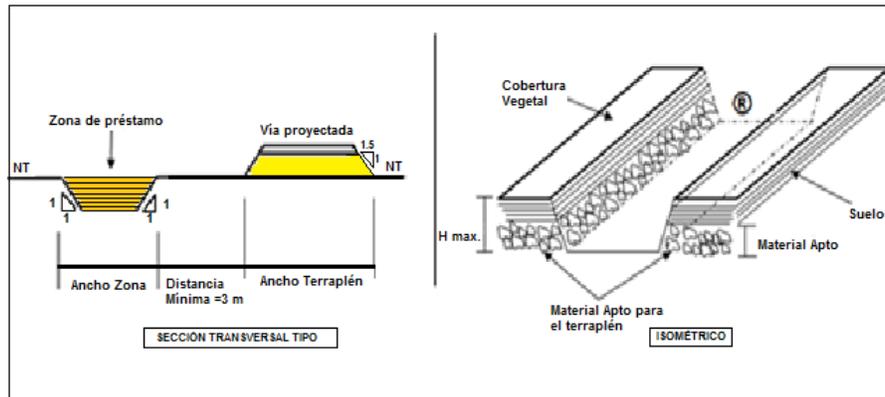
Los materiales que no puedan utilizarse como rellenos para los terraplenes de la vía o las plataformas, se tratarán como descapote y se implementarán en la protección y revegetalización de taludes o dado el caso se incorporarán al paisaje asegurando su adecuado manejo en las áreas destinadas para ZODME y en el retro llenado de áreas de préstamo lateral.

Previo a la colocación de cualquier material, se compactará la subrasante asegurando la firmeza del suelo de soporte, en caso de encontrarse áreas con presencia de fallas, se retira el material por lo menos 40 cm y se remplazará 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.

#### 2.3.1.2.6 Extracción de material de Zonas de préstamo lateral

Se define como zona de préstamo lateral la excavación necesaria para extraer material útil para la conformación de la rasante de la vía u obra en la cual se necesite remplazar material existente in situ que no cumpla con la capacidad de soporte estimada en los diseños tipo, se contemplan zonas de préstamo lateral con el fin de prever posibles contingencias como derrumbes, paros entre otros, que pueden llegar a entorpecer el normal acceso a posibles fuentes de materiales.

Estarán ubicadas paralelamente al corredor de la vía a adecuar o construir (Ver **Figura 2-45**), en sectores donde el material cumpla con las características geomecánicas y ambientales apropiadas para ser utilizado como material de relleno, también podrán estar ubicadas dentro de la localización para la conformación y nivelación de la plataforma.



**Figura 2-45 Esquema de la zona de préstamo lateral**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Fotografía 2-53 Zonas de préstamo lateral para vías**

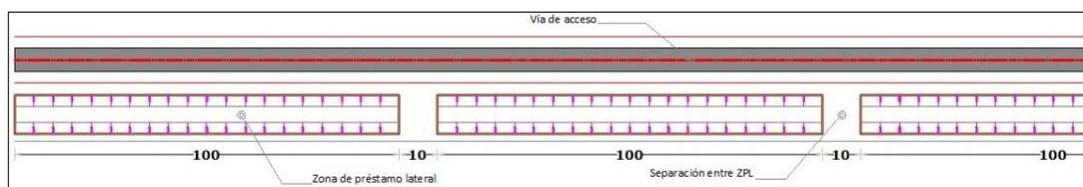
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Se recomienda una distancia al talud de la vía de aproximadamente tres (3) metros, la zona de préstamo contará con un ancho de diez (10) metros, longitud máxima de cien (100) metros, separación entre cada zona de préstamo de mínimo diez (10) metros, profundidad efectiva de extracción del material de dos (2) metros y dependiendo del estudio de estabilidad del suelo, contará con taludes de corte 1H: 1V, 2H: 1V. La excavación tipo trinchera tendrá barreras de protección para evitar la caída de los animales.

**Tabla 2-57 Especificaciones del Préstamo Lateral**

PRÉSTAMO LATERAL	ANCHO	LONGITUD	PROFUNDIDAD	TALUDES
	10.0 m	100.0 m	2.0 m	1H:1V, 2H:1V, 3H:1V

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014



**Figura 2-46 Esquema en planta de las zonas de préstamo lateral adyacentes a las vías de acceso**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.

Para la construcción y aprovechamiento de las zonas de préstamo lateral se deberá tener en cuenta las siguientes medidas<sup>1</sup>:

- El préstamo lateral no podrá realizarse en áreas cubiertas con bosques nativos o coberturas vegetales sensibles, críticas o vulnerables.
- No se podrá obtener material de préstamo en áreas con pendientes mayores a los 20°, ni tampoco en aquellas que evidencien procesos de erosión o inestabilidad geotécnica en los materiales.
- No se podrá realizar préstamos laterales en áreas cercanas a viviendas (100 m), ni tampoco en sitios con alto riesgo de accidentalidad para los semovientes o la comunidad.
- El diseño de la zona de préstamo lateral debe tener en cuenta los niveles freáticos, la escorrentía, la proximidad y el acceso peatonal sobre los corredores laterales de las vías, los riesgos de accidentalidad, la estabilidad de los materiales y la recuperación del entorno para que el sitio se incorpore al paisaje y al ecosistema pre existente a la mayor brevedad posible.
- Una manera de lograr el uso óptimo de las áreas o superficies, previa autorización de la gestoría ambiental es disponer cortes de perforación dentro de las cavidades abiertas luego de extraer el material de préstamo, siempre y cuando estas se encuentren impermeabilizada y cumplan con los parámetros para la disposición final de dichos materiales.
- La gestoría ambiental del proyecto podrá suspender la extracción del material de préstamo cuando se evidencie una potencial afectación al ecosistema o a las comunidades que habitan el área.

El diseño de las zonas de préstamo lateral se presentará en los respectivos Planes de Manejo Ambiental para cada pozo a perforar.

#### 2.3.1.2.7 Conformación de superficie de rodadura

La conformación de la superficie de rodadura en afirmado para una vía de acceso responde al siguiente proceso constructivo:

- Colocación de material de base granular: Colocación de material de base granular, consiste en colocar, extender, mezclar y compactar las capas de materiales compuestos por gravas o piedra fracturada (en forma natural o artificial) y finos, sobre la sub-base debidamente preparada, en conformidad con los alineamientos, niveles y secciones transversales típicas indicadas en el diseño de la estructura. Ver **Fotografía 2-54**.
- Entendido de material de base granular: Colocación y extendido del material de base, el cual será colocado sobre la capa de sub – base o subrasante debidamente preparada y compactada en capas no mayores 35 cm. El material será extendido en una capa uniforme por medio de una motoniveladora, de tal manera que forme una capa suelta de mayor espesor que la de la capa compactada. Ver **Fotografía 2-55**.
- Mezcla de material de base granular: Para la conformación de la base se realiza el mezclado de todo el material con motoniveladora a lo largo de toda la capa de material en forma alterna hacia el centro y los bordes de la calzada. Ver **Fotografía 2-56**.

<sup>1</sup> En INSTRUCTIVO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - AMBIENTALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE OBRAS CIVILES EN VÍAS Y LOCACIONES. Desarrollo de activos de producción Superintendencia de Ingeniería, pág. 12. Ecopetrol, 2012.



**Fotografía 2-54 Colocación de base granular**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*



**Fotografía 2-55 Extendido del material de base granular**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*



**Fotografía 2-56 Mezcla de base granular**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

- Escarificado de material de base granular: El proceso de escarificado consiste en arar el material de base granular aplicando agua con el fin de obtener la humedad requerida para el proceso de compactación de manera homogénea en todo el material. Ver **Fotografía 2-64**.



**Fotografía 2-57**      **Escarificación del base granular**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

- Conformación de base granular: Una vez concluida la distribución y el emparejamiento del material, cada capa de base deberá ser compactada en su ancho total por medio de rodillos lisos o vibratorios con un peso mínimo de 10 toneladas. Ver **Fotografía 2-58**.



**Fotografía 2-58**      **Conformación de base granular**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

#### 2.3.1.2.8 Mejoramiento de la superficie de rodadura

##### Mejoramiento de la superficie de rodadura

Se harán recorridos por las vías intervenidas, para verificar el estado actual de las mismas con el fin de buscar los mecanismos necesarios para adecuarlas y así facilitar el transporte para el desarrollo del proyecto y para uso de dichos corredores por parte de la comunidad. Estos recorridos se realizarán con participación de la comunidad y de ser necesario con presencia de las autoridades municipales.

El mejoramiento de la subrasante de las vías mejorará la transitabilidad en el área sobre aquellos puntos donde se presenten dificultades en la superficie de la vía, mediante la colocación de material nuevo. Dicho material puede ser obtenido de los sitios de cortes, préstamos laterales o de canteras con licencia ambiental y título minero vigente (**Fotografía 2-59**).

Los sitios donde será necesario mejorar la subrasante serán los siguientes:

- Zonas de bajos y zonas deprimidas donde los materiales puedan saturarse.
- Áreas donde la subrasante y el material empleado para el relleno sea de tipo limo-arcilloso o limo-arenoso.
- Zonas de pendientes fuertes, donde se requiera buena tracción de los vehículos.



**Fotografía 2-59 Instalación de afirmado**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

#### 2.3.1.2.9 Manejo uso de las vías y señalización vial

Durante la fase de construcción y desmantelamiento el Contratista adelantará las siguientes actividades:

Adecuación de las vías que se consideren necesarias utilizar, indicando la programación de obras, que deberá ser concertada con las autoridades competentes (municipales locales, INVIAS, propietarios privados, etc.) a cualquier ente regulador de la zona. “Las obras de mejora que se realicen sobre Alcantarillas, Pontones, Box Culverts y demás estructuras sobre corrientes de agua y drenajes existentes, deberán acatar las recomendaciones presentadas en el Proyecto en las fichas de Manejo de cruces de cuerpos de agua del capítulo 7 del presente estudio.

Transitar a una velocidad máxima de 30 km/h por las vías destapadas con el objeto de prevenir accidentes, reducción del material particulado y donde sea necesario, humedecimiento de la vía. Se informará al personal responsable de las actividades de transporte de las vías de acceso, la capacidad de las mismas y las medidas de señalización a ser utilizadas.

El transporte del personal del proyecto se realizará en vehículos adecuados para este fin, no se llevará personal de pie así como se debe asegurar que todo el personal permanezca sentado durante el trayecto.

En las zonas escolares de las vías que serán utilizadas por el proyecto, el Contratista deberá implementar con la escuela, padres de familia y/o JAC, el uso de paletteros a la hora de ingreso y salida de los escolares, para prevenir accidentes. Dicha información será oportunamente divulgada a las autoridades pertinentes y al personal involucrado en el proyecto.

Ejecutar el programa de mantenimiento de los vehículos a ser utilizados por el proyecto, para efectos de reducir las emisiones de gases y ruido.

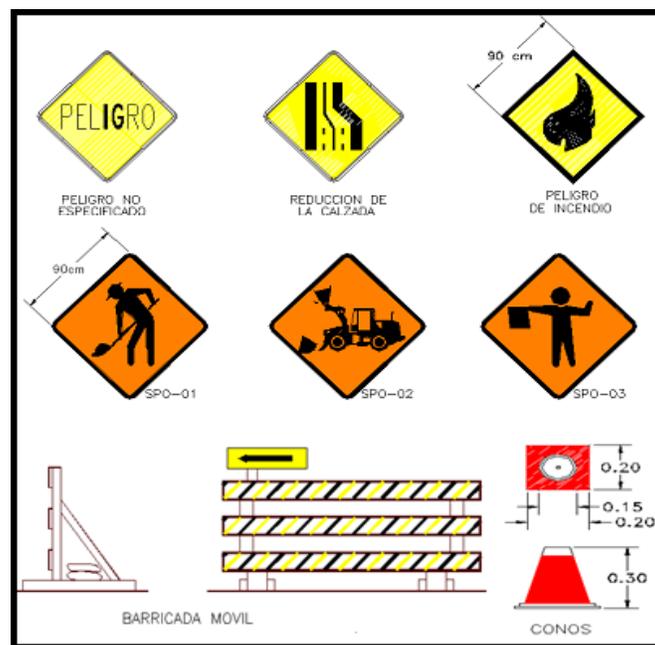
Recomendaciones generales:

- El transporte de equipos dotados de orugas se efectuará mediante tracto mulas con cama baja.
- El proyecto será responsable por el deterioro ocasionado sobre las vías utilizadas de orden secundaria y terciaria y sus estructuras, debiendo proceder a su reparación inmediata y a la entrega en las condiciones óptimas de mantenimiento una vez terminadas las obras.
- Implementar medidas de seguridad vial cuando se realicen operaciones de cargue y descargue sobre las vías, con señales reflectivas y personal de control de tráfico, especialmente en los sitios de cruce de tubería en carreteras pavimentadas.
- El proyecto deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 541 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, la cual regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, o cualquier otra que derogue o sustituya dicha Resolución.
- El aprovisionamiento de combustible se hará preferiblemente en estaciones de servicio o sitios de la obra acondicionados para este fin; de ser necesario el transporte de combustible, se emplearán tambores metálicos con tapa, quedando prohibido el cargue de combustible en bidones de plástico.

➤ **Señalización vial sugerida**

Deberá existir señalización durante la construcción, adecuación y operación de la infraestructura, las señales que se utilizarán serán:

**Preventivas:** Advierten al personal de la obra y al público en general, la existencia de un peligro y la naturaleza de éste. Algunos ejemplos (Ver **Figura 2-47**):



**Figura 2-47** Tipo de señalización preventiva

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

**Informativas:** Identifican y guían al usuario, proporcionándole información que pueda necesitar, así como las direcciones que debe seguir. Algunos ejemplos (Figura 2-48):



**Figura 2-48 Tipo de señalización informativa**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

**Reglamentarias:** Indican limitaciones, prohibiciones o restricciones. Algunos ejemplos (Figura 2-49):



**Figura 2-49 Tipo de señalización reglamentaria**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

**Ambiental:** Identifican y guían al usuario, proporcionándole información que pueda necesitar, señalar los sitios donde existe el posible paso de fauna para que los vehículos tengan cuidado. Algunos ejemplos (Figura 2-50):



**Figura 2-50 Tipo de señalización ambiental**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

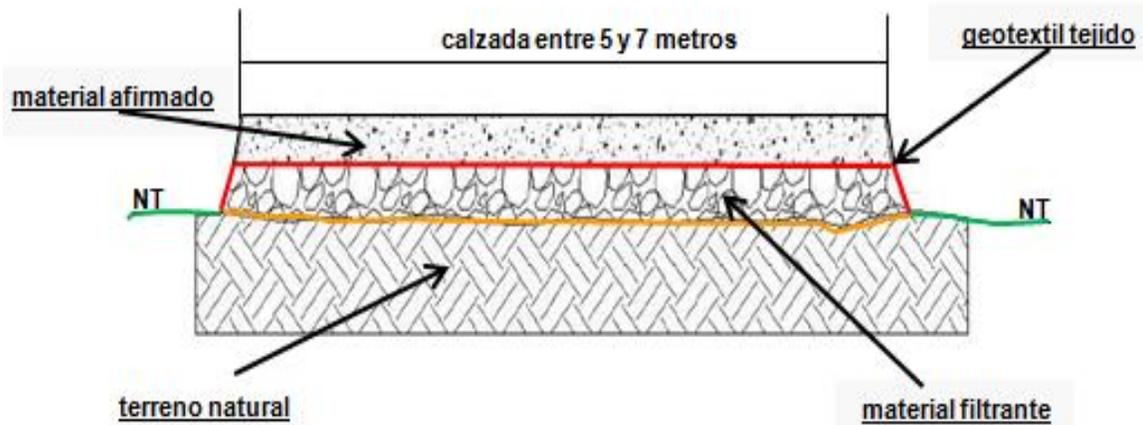
#### 2.3.1.2.10 Construcción de las obras de drenaje y estructuras en concreto

Existen diversas obras de drenaje vial, que minimizan el efecto negativo que generan las aguas superficiales (escorrentía) y sub superficiales a las vías; estas se diseñan y construyen dependiendo de las condiciones del sitio y de los diversos estudios realizados a la zona y en especial a cada punto donde se pudiesen generar eventos que afecten la vía.

En los PMA del pozo a perforar, se describe cada corredor vial a utilizar, los drenajes viales a instalar, sus detalles y su ubicación para la etapa de replanteo.

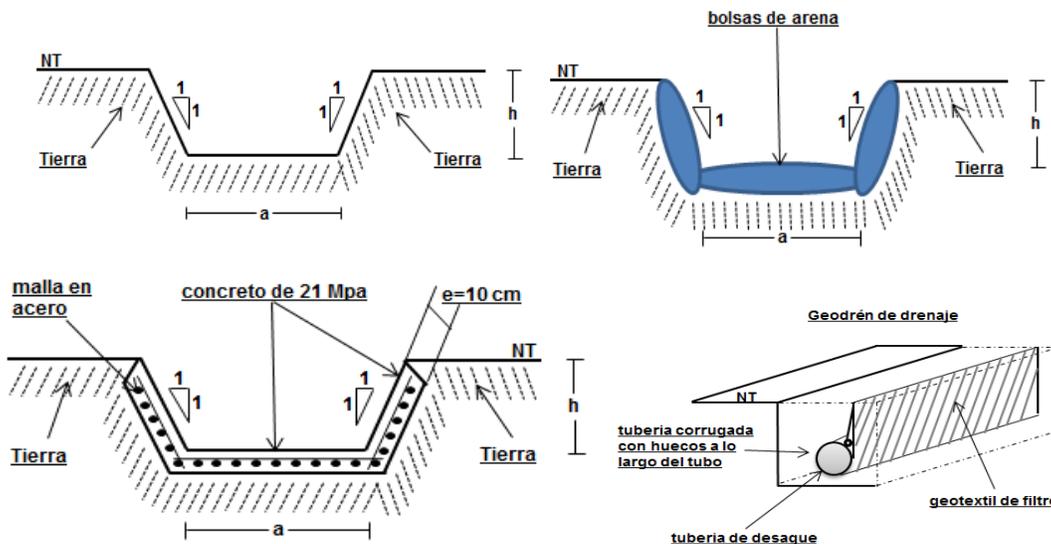
De acuerdo a las necesidades de las vías a adecuar o construir los drenajes viales pueden ser:

- Sub drenajes: son estructuras de apoyo, tales como geo membranas o filtros, que permiten mejorar la estabilidad del suelo de fundación de la vía, evitando que se filtre agua hacia el corredor vial. Ver **Figura 2-51**.
- Cunetas: son estructuras a nivel de la rasante localizadas en las partes laterales de las vías, que permiten recoger el agua de escorrentía del bombeo normal de la vía y de las zonas más altas a esta. Pueden estar adecuadas en tierra o en concreto según la necesidad y pendientes de la vía. Ver **Figura 2-52**.



**Figura 2-51 Tipo de la obra de drenaje – subdrenaje**

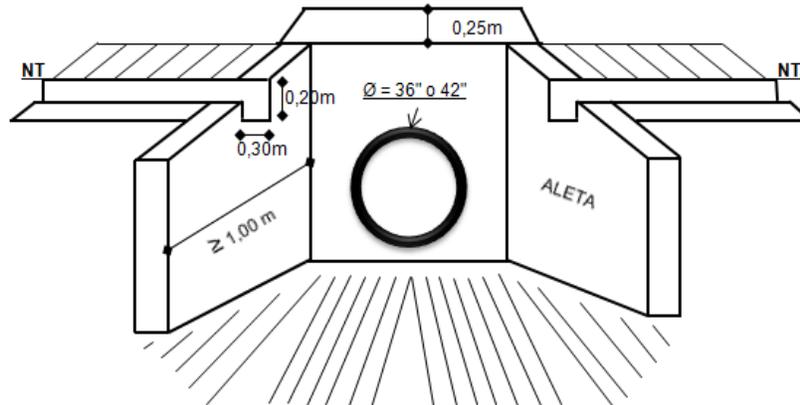
Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013



**Figura 2-52 Cunetas en tierra, sacos tierra cemento, concreto o prefabricados y geodrenes**

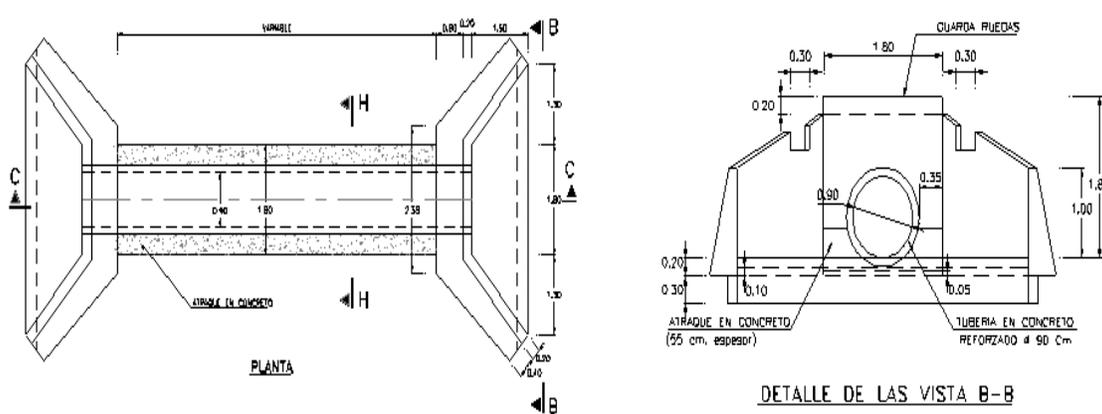
Fuente: Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje INVIAS, 2008 –  
Modificado por Equipo de Trabajo Antea Group, -2013

- Descoles: estructuras que permiten recoger el flujo conducido por las cunetas, para poder drenarlo fuera del área de influencia del corredor vial pueden ser en tierra, concreto, suelo cemento o piedra pegada dependiendo del uso y el volumen de agua a manejar. Ver **Figura 2-53**.
- Alcantarillas: constituyen estructuras en tubería de concreto, metálica o novaform de normal construcción en los corredores viales; pueden construirse en zonas bajas y para habilitar el paso de cruces de corrientes menores y secundarias y pueden llegar a ser definitivas o temporales. Ver **Figura 2-54**.



**Figura 2-53 Tipo de la Obra de Drenaje – Descole**

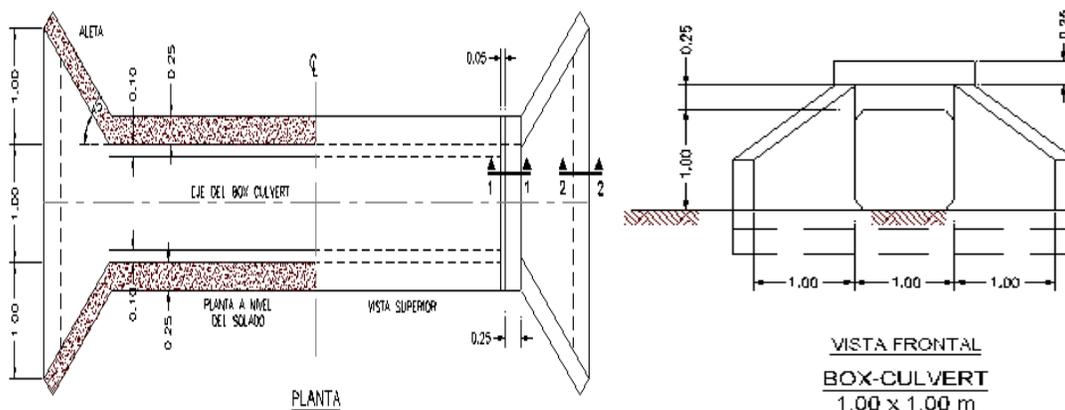
Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013



**Figura 2-54 Alcantarilla sencilla típica**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

- Box Culvert y pontones: estructuras en concreto reforzado que se construirán para habilitar el paso de corrientes secundarias que por el volumen de agua que transportan superan la capacidad de las alcantarillas. La **Figura 2-55** muestra el esquema típico de un Box Culvert.

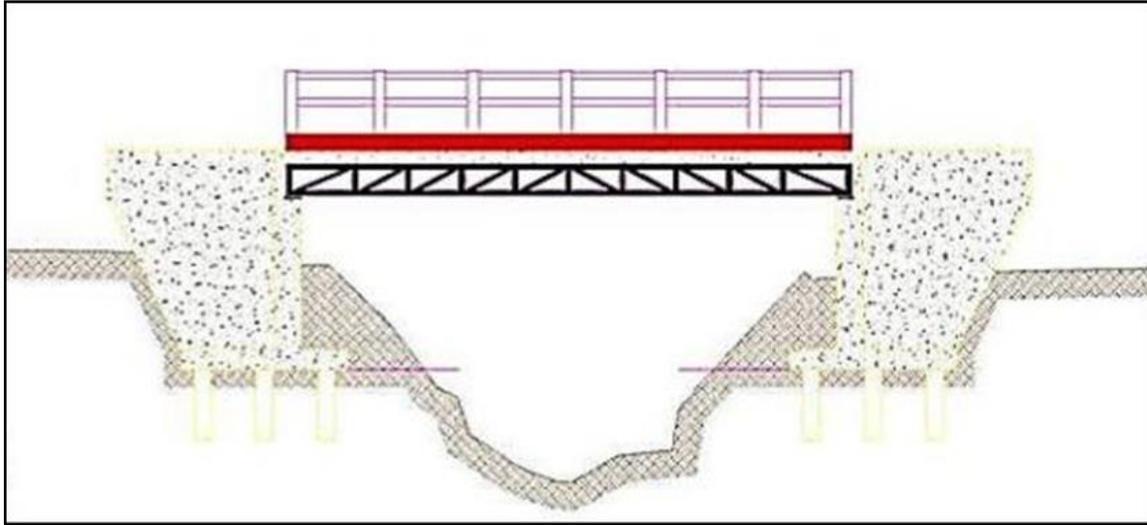


**Figura 2-55 Box Culvert típico**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

#### 2.3.1.2.11 Construcción de obras para cruces de drenajes

- Puentes: estructuras en concreto, metálicos o en tubería de acero, que se construirán para habilitar el paso de corrientes secundarias que por el volumen de agua que transportan superan la capacidad de los Box Culvert y pontones. Ver **Figura 2-56**.



**Figura 2-56 Esquema típico de un puente en tubería**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

En el numeral **4.4.3 Procedimiento constructivo del Capítulo 4** del presente estudio se describe el procedimiento constructivo de cada una de las obras propuestas para el cruce de cuerpos de agua por la construcción de vías en el **APE BERILO LLA-38**.

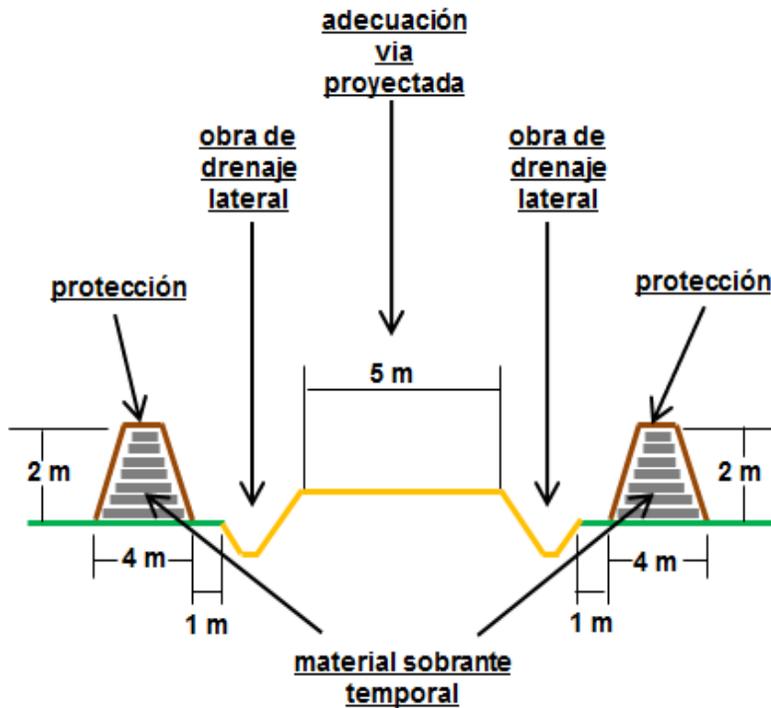
#### 2.3.1.3 Instalaciones de apoyo para la construcción de vías

Como actividades complementarias e infraestructura de apoyo para la construcción de las vías, se hace necesaria la proyección de las instalaciones que se describen a continuación.

##### 2.3.1.3.1 Adecuación de las ZODME

Se deben proyectar las obras de tal manera que el volumen de material estéril no utilizado producto de la construcción de locaciones y facilidades tempranas de producción, sea muy poco o mínimo. El posible material sobrante, se acopiará y conformará en ZODME's, cuya ubicación puntual y diseños detallados se presentarán en los respectivos Planes de Manejo Ambiental de cada Localización, de acuerdo a la zonificación de manejo ambiental respectiva.

La primera alternativa es disponer temporalmente los materiales sobrantes de excavación en ambos costados de la vía para evitar acarrees, una vez acopiado el material sobrante, éste debe ser protegido de las lluvias para evitar arrastre de sedimentos a predios vecinos y/o a los obras de drenaje lateral, mediante protección con geotextiles o plástico, trinchos u otra alternativa que garantice que el material no colapse o se esparza ().



**Figura 2-57 Esquema típico de la disposición temporal del material sobrante de excavación a ambos lados de la vía**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

Terminadas las labores de adecuación o construcción de la vía de acceso se procederá a la limpieza final, revegetalización y abandono del área.

La segunda alternativa es disponerla en ZODME dentro de las Localizaciones, cuya ubicación puntual y diseños detallados será presentada en los Planes de manejo ambiental de las localizaciones a construir, teniendo en cuenta la zonificación del manejo ambiental del proyecto.

Los principales criterios a tener en cuenta para la definición de estas zonas son:

- Zona plana de baja pendiente sin intervenir zonas de escorrentía con áreas entre 2.000 m<sup>2</sup> y 5.000 m<sup>2</sup> para un total de 10 ZODME's. Ver **Figura 2-59**.
- Áreas preferiblemente desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva.
- Áreas alejadas de los cursos de agua y de las zonas de nacedores de acuerdo con las distancias dispuestas en la normatividad ambiental.
- Sectores con condiciones geotécnicas adecuadas.

El proceso constructivo general de estas zonas se presenta a continuación:

- **Desmote y descapote:** Consiste en la remoción de cobertura vegetal, raíces o algún otro tipo de material orgánico no apto para la fundación de estructuras en la superficie del terreno. Las raíces con diámetros mayores a 5 cm y que se encuentren a una profundidad mayor a un metro por debajo del nivel final de la subrasante, también deberán ser removidas. La limpieza

y el descapote se debe realiza manualmente y con maquinaria con el fin de obtener las condiciones necesarias en el terreno. Ver **Fotografía 2-60**.



**Fotografía 2-60 Desmote y descapote**

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2014.*

- Nivelación de la subrasante: Consiste en la ejecución de todas las obras de explanación necesarias para la correcta nivelación de las áreas destinadas para la conformación de las ZODME cuando estos sean necesarios, la evacuación de materiales inadecuados que se encuentran en las áreas sobre las cuales se van a conformar estas estructuras, la disposición final de los materiales excavados y la conformación y compactación de las áreas donde se realizará la obra. Ver **Fotografía 2-61**.



**Fotografía 2-61 Nivelación de la subrasante**

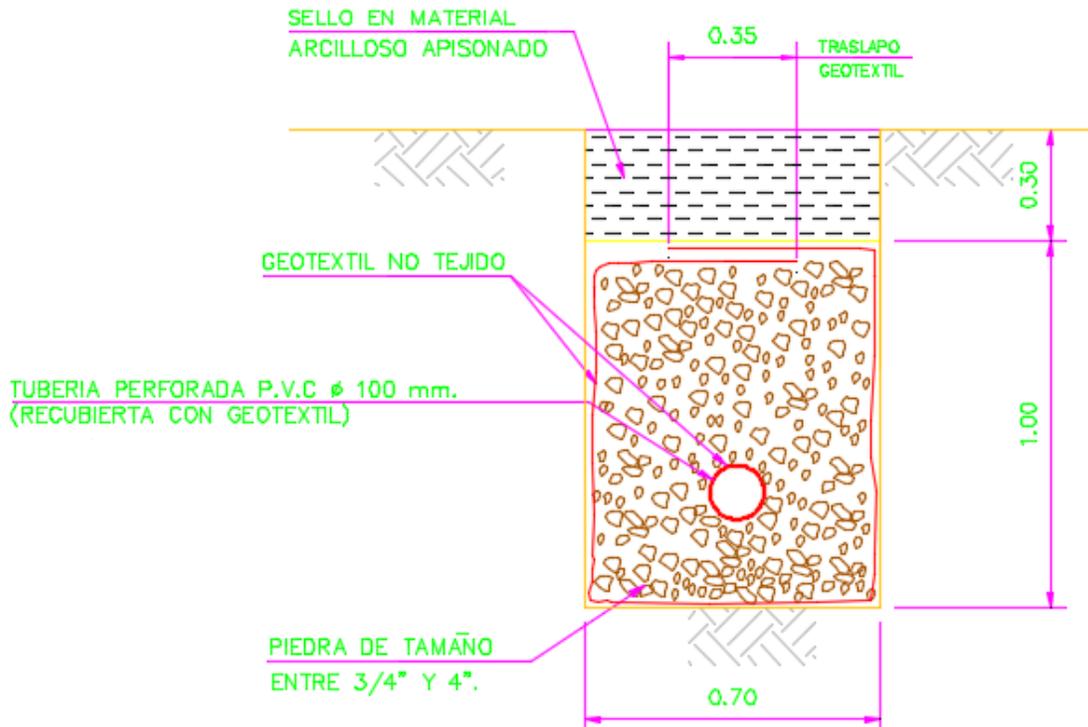
*Fuente: Ecopetrol S.A. 2014.*

- Colocación de obras de subdrenaje: Son estructuras de apoyo, tales como geo membranas o filtros, que permiten mejorar la estabilidad de los taludes de las ZODME.

Para la construcción de filtros se debe utilizar como mínimo geotextil drenante tipo 1.600 No Tejido y el material granular debe ser triturado, rajón o gravas, de diámetro  $\frac{3}{4}$ " a 4", el cual debe estar libre de material fino y materia orgánica. En caso de ser necesario, se pueden emplear materiales sintéticos especialmente filtros con geomalla o geodren con tubería. A continuación se presenta el proceso constructivo de Filtros con geotextil drenante. Los detalles típicos de los Filtros con geomembrana se presentan en la **Figura 2-58**.

### 2.3.1.3.2 Proceso constructivo

- Excavar la zanja hasta la profundidad requerida y desenrollar la tela sobre la zanja en una longitud de 10 a 15 m sosteniéndola con piedras.
- Colocar la primera capa de relleno de tal manera que el peso del agregado acomode la tela contra las paredes de la zanja. El resto del relleno debe colocarse en forma gradual y cuidadosa para evitar roturas del geotextil.
- El traslapo longitudinal entre telas debe ser mínimo de 1 m. No se deben pegar ni coser los extremos de las fajas.
- Al completar el relleno del dren se debe doblar la tela hasta envolverlo para evitar su contaminación. Los bordes de la tela deben traslaparse como mínimo 35 cm en secciones de 1 m y 25 cm en secciones de 0,5 m.
- Se debe cubrir el dren con una capa del material del sitio.
- Al terminar la jornada diaria de trabajo, el extremo de la tela debe dejarse enrollado afuera de la zanja para evitar la contaminación del relleno.
- Los filtros deben desaguar a una estructura de salida.
- Se debe construir en sistema de conducción que lleve el agua hasta un sitio donde se pueda disponer libre y adecuadamente, se cuente con un alcantarillado o donde la comunidad pueda aprovechar el agua del filtro.



**Figura 2-58 Detalle típico Filtros con geotextil drenante**

Fuente: Ecopetrol S.A. 2013

➤ **Revegetación o empradización de taludes:**

✓ Proceso constructivo

- Todo el material orgánico removido en el proceso de descapote, se acopiará temporalmente en las Áreas de disposición de material sobrante ubicadas junto a los nuevos corredores viales para su uso posterior en labores de empradización o reconformación de los taludes de las ZODME.
- El almacenamiento temporal del material se realizará en sitios que cuenten con las condiciones apropiadas para su confinamiento como bajas pendientes, alejados de cuerpos de agua o sectores con flujo de escorrentía superficial y áreas libres de cobertura vegetal arbórea a arbustiva. De igual manera, se ejecutarán acciones que permitan su confinamiento y adecuado mantenimiento como trinchos y cerramiento de polisombra o similar que impide la desecación y erodabilidad del material acopiado.
- Como alternativa para sustituir esta actividad también es posible implementar el uso de geotextiles en toda la extensión del área sobre la cual se dispondrá el crudo de río como material rasante.
- Finalizando las labores de conformación de las ZODME, se hace necesaria la recuperación de las áreas intervenidas y desprovistas de material vegetal, evitando a toda costa generar focos de erosión y a su vez minimizando el impacto sobre el paisaje.
- Los taludes de las ZODME serán las áreas que principalmente deberán ser revegetalizadas, verificando desde el inicio que las pendientes de los taludes sean congruentes con las del diseño y que el terreno no presente agrietamientos ni depresiones ocasionadas por escorrentías. Ver **Fotografía 2-62**.

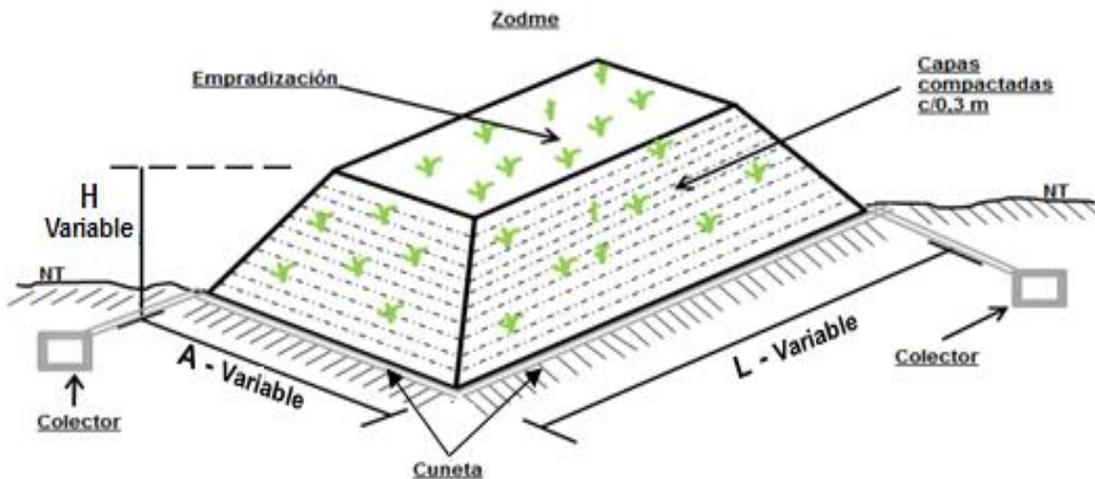


**Fotografía 2-62      Revegetación y  
empradización de taludes**

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2014.*

Se podrá trasladar el material a otras localizaciones dependiendo de su capacidad. Los diseños de los ZODME se presentarán en los respectivos Planes de Manejo Ambiental para cada pozo a perforar.

Se podrá trasladar el material a otras Localizaciones y/o se podrá disponer en el ZODME centralizado. Los diseños de los ZODME's se presentarán en los respectivos Planes de Manejo Ambiental para cada pozo a perforar.



**Figura 2-59 Esquema típico de la disposición del material sobrante de excavación**

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

Se contempla la construcción de hasta tres Zonas para la Disposición de los Materiales Sobrantes de las Excavaciones (denominados ZODME Centralizados) de 2 Ha cada una para un volumen máximo de 60000 m<sup>3</sup> (diferentes a las que se encuentran dentro de las localizaciones). Estas áreas adicionales, se conforman por la posibilidad de no poder contar con un área para estas actividades dentro de las localizaciones o porque las áreas dispuestas dentro de las localizaciones no son suficientes para la disposición de los materiales sobrantes de excavación. Estos sitios estarán alejados a de las viviendas existentes y de los elementos ambientales, tal como lo define la zonificación del manejo ambiental del presente EIA. En la **Figura 2-60** se observa el esquema típico de un ZODME en las Localizaciones y el Centralizado.

#### 2.3.1.3.3 Zona de acopio temporal de materiales de construcción

Sitios que se establecen para el almacenamiento adecuado de todo el material de cantera que cuentan con licencia ambiental vigente y son traídos desde las fuentes de materiales licenciadas, el cual se utilizará en la adecuación y la construcción de las vías. El material de construcción requerido durante las obras civiles, se comprará a terceros que cuenten con los permisos ambientales y títulos mineros vigentes, en caso de no lograr la explotación directa de materiales de construcción en la zona.

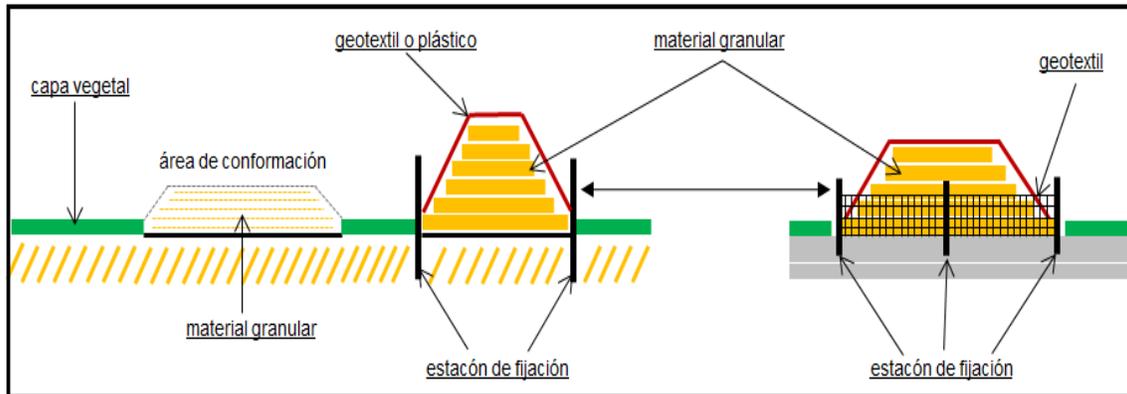
El material de construcción dispuesto en las Zonas de acopio temporal de materiales de construcción debe estar cubierto con geotextil o plástico; adicionalmente deberá contar con una estación de fijación construida con estolones en madera y geotextil perimetral; con el fin de evitar la dispersión de las partículas en la atmosfera y el arrastre de las mismas a fuentes hídricas o áreas no intervenidas. Ver **Figura 2-60**.

Cada localización contará con una Zona de acopio de materiales de construcción con un área de 1 ha; adicionalmente se proyecta la adecuación de un área adicional centralizada de 2 ha.

La ubicación del área de acopio del material de construcción centralizada y/o temporal, dependerá de la ubicación de los frentes de obra y de las restricciones ambientales vigentes.

Los criterios para la definición de estos sitios serán los siguientes:

- Terreno plano o de baja pendiente sobre áreas máximas de dos (2) hectáreas para el área centralizada, en inmediaciones a los corredores viales sobre sectores con condiciones geotécnicas estables.



**Figura 2-60 Zona de acopio temporal de materiales de construcción**

*Fuente: Antea Group S.A.S., -2014*

- Paralelos a las vías que serán objeto de adecuación o construcción sobre terrenos planos o de baja pendiente alejados de cuerpos de agua y cumpliendo con las medidas de manejo ambiental.
- Ubicarlos en sectores desprovistos de vegetación arbórea o arbustiva, alejados de cursos de agua, nacedores y zonas de descarga de escorrentía de acuerdo a la normatividad ambiental.

Su proceso constructivo abarca las siguientes actividades:

- Retiro de la capa vegetal.
- Nivelación y compactación de la subrasante, para el acceso de los vehículos que harán el cargue y descargue del material.
- Instalación de obras de drenaje, en caso de requerirse.
- Una vez depositado el material este debe ser protegido de las lluvias o insolación, mediante el uso de lonas o plásticos.
- Terminadas las labores de adecuación o construcción de las vías de acceso, se realizará la limpieza final, la revegetalización y el abandono del área.

El material de construcción requerido durante las obras civiles, se comprará a terceros que cuenten con los permisos ambientales y títulos mineros vigentes, y en el caso de que no se prevé la explotación directa de materiales de construcción en la zona.

La información que se presenta de las fuentes de materiales autorizadas, está basada en datos suministrados tanto por INGEOMINAS como por CORPORINOQUIA, quienes ejercen autoridad en materia minera y ambiental respectivamente, por lo tanto, el estado de las licencias y permisos ambientales así como la vigencia de los títulos mineros, puede ser modificado en el tiempo, lo que eventualmente puede verse reflejado en estado legal de las explotaciones y por consiguiente en la viabilidad de las mismas como proveedores de material para el proyecto. Ver **Tabla 2-58**.

Tabla 2-58 Fuentes de materiales con título minero y licencia ambiental vigente para el desarrollo del proyecto

DEPARTAMENTO	ID	EXPEDIENTE	BENEFICIARIO	ACTIVIDAD	LICENCIA AMBIENTAL
ARAUCA	1	200.07.07-310	CARMEN TERESA MOLINA	Explotación material de construcción	200-15-07-1268
	2	120-07-02-044	COOPERATIVA DE VOLQUETEROS DE TAME	Explotación material de construcción	700.41.08-069
	3	120.07.06-110	EDGAR ROJAS (FUNDEORIENTE)	Explotación material de construcción	200.15.07-0360
	4	120.07.02-113	COOTRANSMATERIALES	Explotación de material de construcción	700.41.08-043
	5	120.07.02-108	CARLOS ALBERTO GONZALES	Explotación material de construcción	200.15.03-0058
	6	500.29.09-035	LUIS ANTONIO URIBE	Explotación y beneficio de material de arrastre del río Arauca	200.41.09-0384
	7	500.29.08-0120	FUNDEORIENTE	Explotación y beneficio de material de arrastre del río Cravo norte	200.41.08-1053
	8	200.07.07-358	LUIS ANTONIO URIBE	Explotación material de construcción	200.41.08-0241
	9	700.29.12-042	JOSÉ RAFAEL VILLOTA	Explotación material de construcción río Banadía	700.41.12-0092
	10	500.29.10-176	JOSÉ MARÍA PINZÓN – LUIS COMEZAQUIRA	Explotación de arcilla, vereda el pesebre – Mun. Tame	500.41.12-1272
CASANARE- HATO COROZAL	11	700.2910-015	JHONY VILLAMIZAR	Explotación material de construcción	700.41.10-050
	12	200.07.07.06-484	HÉCTOR ISAÍAS TIBAMOSCA VILLAMARÍN, RAMÓN GONZALES CRUZ, PEDRO DAVID GÓMEZ VIANCHA, FABIO PÉREZ PRECIADO, CARLOS JULIO FUENTES TIBAMOSCA.	Explotación de material pétreo de la cantera Marabe	200.15.07-0100
	13	500.29.10-149	EXPLORAMCOL LTDA.	Explotación, almacenamiento y transporte de materiales de construcción del río Ariporo	200.41.10-0511
	14	500.29.09-034	WALDIR BARRERA SOLANO	Explotación, almacenamiento, transporte interno de materiales de construcción sobre el cauce del río Ariporo	200.41.11-1267

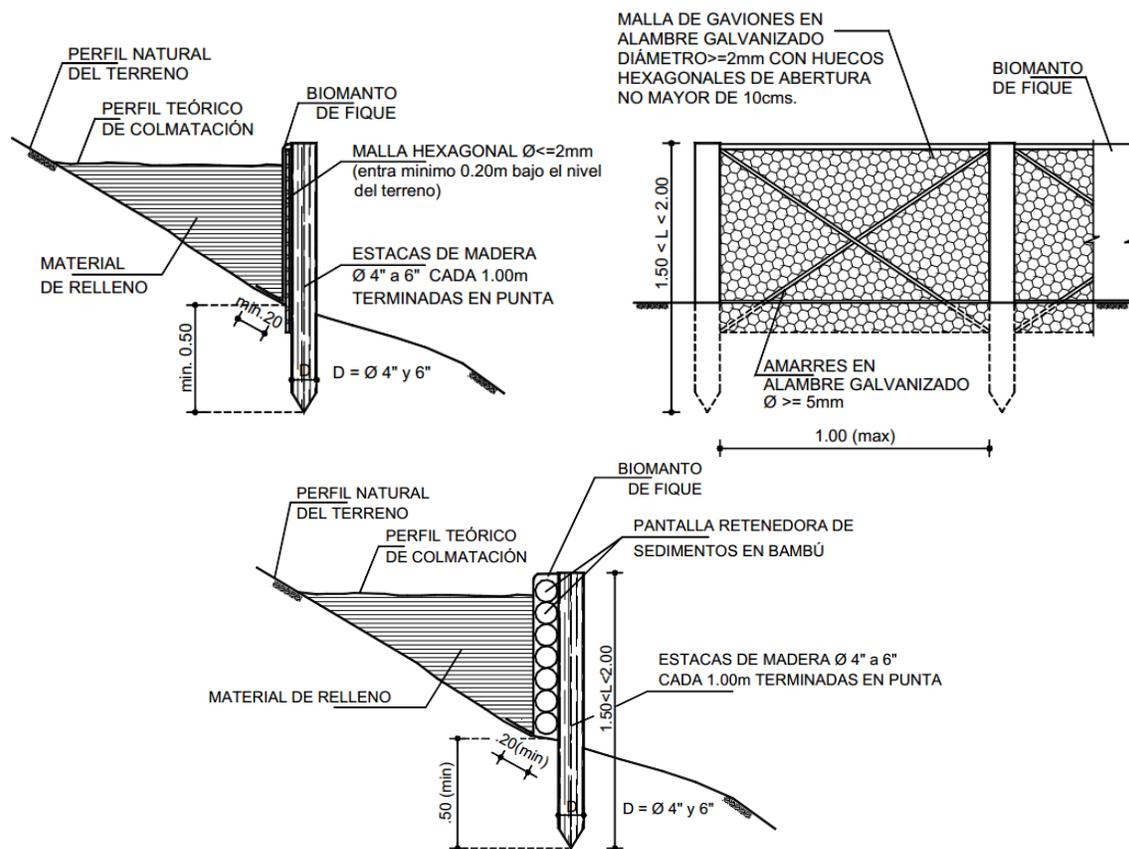
Fuente: Corporinoquia-10-ENERO-2013 – modificado por Antea Group S.A.S.,-2014.

### 2.3.1.3.1 Construcción de obras geotécnicas y ambientales

Las obras tipo que garantizan la estabilidad de las Zonas de disposición de material de excavación son las siguientes:

#### ➤ Trinchos en taludes

Los trinchos son elementos horizontales generalmente de madera soportados por estacas que tienen por objeto impedir la profundización y formación de surcos y cárcavas en los taludes con concentraciones altas de agua de escorrentía (Ver **Figura 2-61**), el trincho previene el movimiento de sedimentos de la superficie del talud. Los trinchos pueden ser totalmente enterrados o pueden sobresalir por encima de la superficie del talud. Las estacas deben enterrarse hasta una profundidad generalmente superior a 50 centímetros, el espaciamiento entre trinchos varía de acuerdo a las características del talud, pero es normal tener espaciamientos entre 1,5 y 3,0 metros. Para la construcción de los trinchos se pueden utilizar estacas vivas y puede sembrarse vegetación entre ellos.



**Figura 2-61 Detalles típicos Trinchos en taludes**

Fuente: Ecopetrol S.A. 2010.

#### ➤ Revegetalización o empradización de taludes

Con el fin de evitar procesos erosivos en los taludes de las vías de acceso y de las localizaciones multipozos, estos deben ser revegetalizados de acuerdo al siguiente proceso constructivo:

- Todo el material orgánico removido en el proceso de descapote, se acopiará temporalmente en las Áreas de disposición de material sobrante ubicadas junto a los nuevos corredores viales para su uso posterior en labores de empujamiento o reconformación de los taludes de las ZODME. El almacenamiento temporal del material se realizará en sitios que cuenten con las condiciones apropiadas para su confinamiento como bajas pendientes, alejados de cuerpos de agua o sectores con flujo de escorrentía superficial y áreas libres de cobertura vegetal arbórea a arbustiva. De igual manera, se ejecutarán acciones que permitan su confinamiento y adecuado mantenimiento como trinchos y cerramiento de polisombra o similar que impide la desecación y erodabilidad del material acopiado.

Como alternativa para sustituir esta actividad también es posible implementar el uso de geotextil en toda la extensión del área sobre la cual se dispondrá el crudo de río como material rasante.

- Finalizando las labores de conformación de las ZODME, se hace necesaria la recuperación de las áreas intervenidas y desprovistas de material vegetal, evitando a toda costa generar focos de erosión y a su vez minimizando el impacto sobre el paisaje.

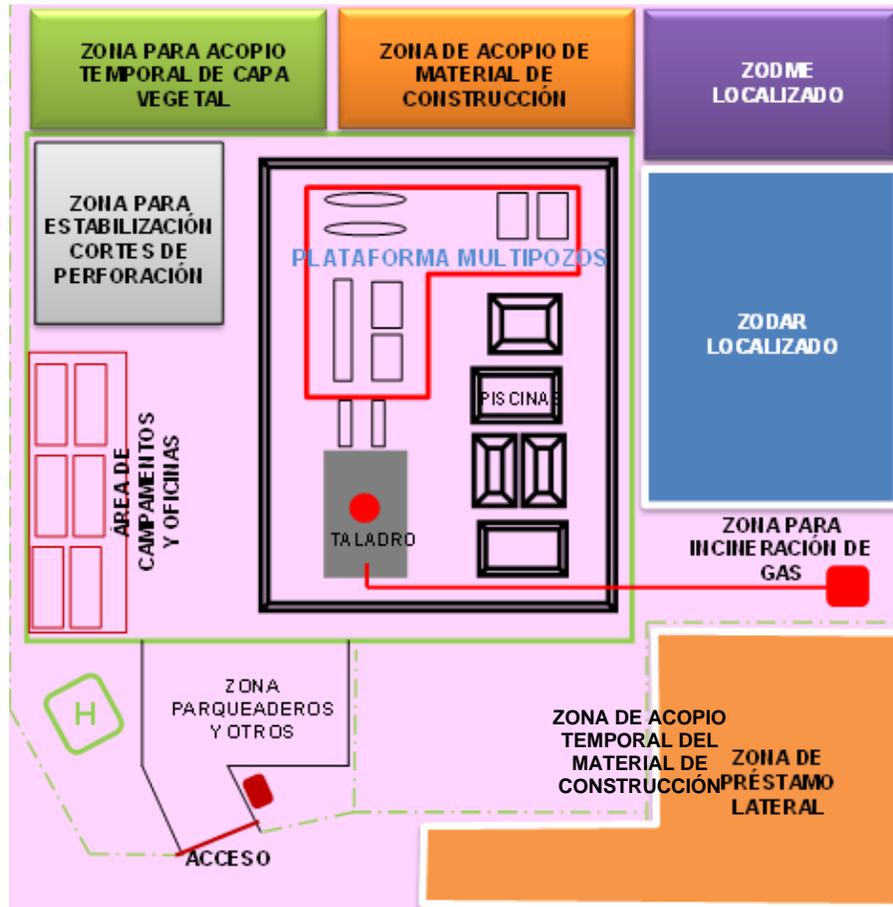
Los taludes de las ZODME serán las áreas que principalmente deberán ser revegetalizadas, verificando desde el inicio que las pendientes de los taludes sean congruentes con las del diseño y que el terreno no presente agrietamientos ni depresiones ocasionadas por escorrentías. Ver **Fotografía 2-62**.

### 2.3.2 Localizaciones

Durante el desarrollo del **APE BERILO LLA-38** se proyecta la construcción de diez (10) localizaciones con plataformas multipozos para la perforación de hasta cinco (5) pozos exploratorios por localización con posibilidad de reconversión a pozos inyectoros; las localizaciones contarán con un área de intervención máxima de ocho (8) ha cada una (5 ha para área de operaciones y zonas complementarias y 3 ha para ZODME, ZODAR y Helipuerto localizados) y posible ampliación de 0,9 ha para las Facilidades tempranas de producción (FTP) completando un área total de hasta 8,9 ha: La locación contará con una Plataforma multipozo de dos (2) ha (incluye mesa del taladro, espacio para cinco (5) contrapozos, zonas para almacenamiento de químicos, zona para generadores, zona para equipos primarios de control de sólidos, zona para piscinas y unidades de tratamiento de lodos, zona para instalación de los equipos de cementación, completamiento, cañoneo, pruebas de producción, instalación de campamentos y oficinas), Zona de Acopio Temporal de la Capa Vegetal de 0,4 ha, Zona de Acopio Temporal del Material de Construcción de una (1) ha, zona de disposición del material sobrante de excavación (ZODME) de 0,9 ha, Zona de Disposición de las Aguas Residuales Tratadas (ZODAR) de dos (2) ha, zona de préstamo Lateral de 0,5 ha, Helipuerto de 0,1 ha, Zona para Parqueaderos y Otros de 1,1 ha y la posible área de ampliación de las Facilidades Tempranas de Producción (FTP) de 0,9 ha..

La campaña de perforación será en total de hasta 50 pozos exploratorios, con la posible conversión de hasta 10 pozos exploratorios a reinyectores o disposal y con profundidades de hasta 17.000 pies. En cada localización se perforarán máximo 5 pozos.

El diseño de cada localización (**Figura 2-62**), podrá contemplar una distribución equivalente a la incluida en la **Tabla 2-59**; sin embargo, ésta distribución podrá variar dependiendo de las necesidades propias de cada zona de emplazamiento, por tanto, en los Planes de manejo ambiental específicos de cada localización, se presentarán las dimensiones definitivas de sus áreas internas.



**Figura 2-62 Distribución tipo de una localización**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

**Tabla 2-59 Distribución de las Áreas Internas de una localización**

INSTALACIÓN	ÁREA APROXIMADA (ha)
PLATAFORMA MULTIUSOS (incluye mesa del taladro, espacio para 5 contrapozos, zonas para almacenamiento de químicos, zona para generadores, zona para equipos primarios de control de sólidos, zona para piscinas y unidades de tratamiento de lodos, zona para instalación de los equipos de cementación, completamiento, cañoneo, pruebas de producción, instalación de campamentos y oficinas).	2,0
ZONA DE ACOPIO TEMPORAL DE LA CAPA VEGETAL*	0,4
ZONA DE ACOPIO TEMPORAL DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**	1
ZODME**	0,9
ZONA PARA PRÉSTAMO LATERAL*	0,5
ZODAR***	2,0
HELIPUERTO*	0,1
ZONA PARA PARQUEADEROS Y OTROS*	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>8,0</b>
POSIBLE AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE FACILIDADES TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN, SIEMPRE Y CUANDO LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PRODUCCIÓN SEAN FAVORABLES Y ECOPETROL S.A. LO DECIDA.	0,9
<b>TOTAL MÁXIMO</b>	<b>8,9</b>

INSTALACIÓN	ÁREA APROXIMADA (ha)
<p><b>Nota:</b></p> <p>( *) En caso de que determinada área en alguna Localización, no llegase a emplearse o utilizarse en toda su extensión, <b>Ecopetrol S.A.</b>, podrá emplear este espacio para la construcción de otra u otras áreas para actividades autorizadas. Para tal fin, se seleccionaran estratégicamente estos espacios logrando así que su ubicación sea con respecto a las estructuras productoras y las actividades de construcción a desarrollar.</p> <p>( **) Tener en cuenta que las ZODME dentro de las localizaciones son áreas pequeñas. <b>Ecopetrol S.A.</b>, podrá emplear este espacio para la adecuación de campos de aspersión. Para tal fin, se seleccionaran estratégicamente estos espacios logrando así que su ubicación sea con respecto a las disposiciones de las aguas residuales tratadas.</p> <p>( ***) Las ZODAR se ubicarán de acuerdo a la capacidad de infiltración de los suelos; por tanto, es posible que no todas las localizaciones cuenten con dicha zona dentro de su cerramiento, por lo que se podrán ubicar en áreas cercanas a las localizaciones en zonas que cumplan las características necesarias, sin ocupar más área de intervención a la solicitada.</p>	

Fuente: Ecopetrol S.A. modificado por Antea Group, -2013

La ubicación de las localizaciones dará prioridad a las zonas definidas como de baja sensibilidad e importancia ambiental y que se hayan declarado área de intervención sin restricciones en la zonificación de manejo de la actividad, sin perjuicio de que otros niveles de sensibilidad e importancia indiquen que deben ser intervenidas bajo especiales consideraciones de manejo ambiental.

Las características del área donde se construirán las localizaciones dependen del sector donde se establezca su ubicación definitiva y serán determinantes para la optimización de las áreas y los diseños de superficies y estructuras.

El diseño de la localización desde el punto de vista teórico persigue tres objetivos básicos: funcionalidad técnica, seguridad y economía. El primero de éstos tiene que ver con los requerimientos de espacio y distribución de los equipos dentro del área, de tal forma que se optimicen las condiciones operativas y se aprovechen al máximo las características físicas de la zona elegida para su emplazamiento, el segundo, pretende obtener un diseño seguro desde el punto de vista geotécnico, de acuerdo con las condiciones del terreno y su comportamiento durante las actividades de construcción y operación, el último, busca que las soluciones aplicables a cada uno de los diseños, sean las más económicas y funcionales, claro está, dentro de las normas y criterios de seguridad vigentes.

Una vez se ha determinado la ubicación definitiva de la localización, después de considerar los aspectos geológicos, técnicos, ecológicos y sociales se definen las características fundamentales de distribución y actividades a desarrollar. En ese sentido, los proyectos, obras o actividades a construir y/o adecuar que presentan alguna oportunidad de mejora, se describen a continuación:

### 2.3.2.2 Plataforma Multipozos

El área de la plataforma hace referencia al espacio destinado a la instalación del taladro y a la instalación de los diferentes equipos y elementos requeridos para la perforación del pozo.

#### 2.3.2.2.1 Elementos de la plataforma multipozo

##### ➤ **Cellar o Contrapozo**

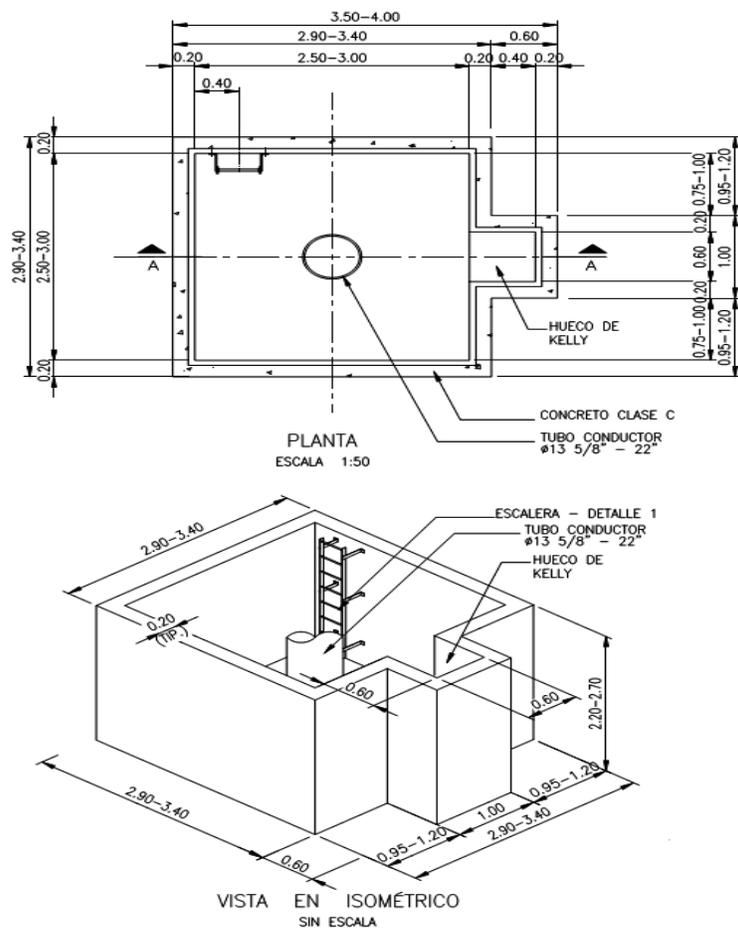
Consiste en una estructura en concreto tipo caja de inspección que se construye en el sitio donde se perfora cada pozo proyectado, en el centro de la estructura del contrapozo se instala el tubo conductor por donde desciende la tubería de perforación del pozo exploratorio (**Fotografía 2-63**).



**Fotografía 2-63 Cellar o Contrapozo típico**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Las especificaciones y diseños para la construcción del contrapozo se establecerán en los Planes de Manejo Ambiental específicos. En la **Figura 2-63** se presenta su diseño tipo.



**Figura 2-63 Diseño típico contrapozo - Isométrico**

Fuente: ECOPETROL S.A., 2013

➤ **Área de Generadores**

El área de generadores usualmente se construye con una placa en concreto de 3.000 PSI de 10 cm de espesor y reforzada con malla electro soldada de 5,5 m c/0,15 m en cada sentido; la cubierta estará conformada con tejas de zinc, al igual que las paredes requeridas para la protección contra el viento (**Fotografía 2-64**). En ocasiones, la empresa contratista de perforación trae acondicionados los generadores dentro de un contenedor y sobre un patín de tubería, obviando la construcción de la placa de concreto y el cerramiento en teja de zinc (**Fotografía 2-65**).



**Fotografía 2-64 Área de Generadores típica.**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*



**Fotografía 2-65 Caseta de generadores sobre patines de tubería.**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

➤ **Zona de disposición de lodos y cortes de perforación**

El material resultante de los cortes de perforación para un pozo se depositará en un área ubicada en uno de los extremos de la plataforma y consistente en una excavación de poca profundidad con taludes 1H: 1V, para disponer los cortes de los diferentes pozos perforados; dichas áreas serán seleccionadas previamente, sus características y consideraciones de adecuación serán definidas a medida que el proyecto avance.

Dicha área será seleccionada de acuerdo con las consideraciones establecidas en la zonificación del manejo ambiental del proyecto y a los siguientes parámetros que serán de gran importancia dentro de la localización:

- Se localizaran sobre sectores planos.
- Se seleccionaran áreas alejadas de los cuerpos de agua y de nacederos.
- Se ubicaran sectores desprovistos de vegetación arbórea y arbustiva.
- Se realizara la adecuación necesaria referente a la nivelación del terreno y la construcción de obras de drenaje (cunetas en tierra) entre otros.
- Las áreas seleccionadas se ubicaran de tal forma que cuenten con facilidad de acceso.

2.3.2.3 Métodos constructivos

Para la construcción de las localizaciones del proyecto exploratorio en el **APE BERILO LLA-38**, algunas de las actividades constructivas son similares a las descritas en el numeral **2.3.1.2 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo** para vías de acceso.

- Localización y replanteo, descrita en el numeral 2.3.1.2.1

- Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para construcción, descrita en el numeral 2.3.1.2.2.
- Instalación y operación de campamentos para obras civiles, descrita en el numeral 2.3.1.2.3.
- Remoción de cobertura vegetal y descapote, descrita en el numeral 2.3.1.2.4.
- Excavación, cortes y rellenos, descrita en el numeral 2.3.1.2.5.
- Extracción de material de zonas de préstamo lateral, descrita en el numeral 2.3.1.2.6.

A continuación se describen las actividades constructivas que presentan diferencias con respecto a las planteadas para la construcción de las vías de acceso.

#### 2.3.2.3.1 Conformación de las superficies y rasantes

Esta es una de las actividades que de acuerdo con las características del terreno va a determinar el sistema de optimización a implementar, es decir durante esta fase de la construcción se materializará la alternativa que garantice las condiciones físicas mínimas para operar.

Esta labor consiste en la adecuación y nivelación de una superficie que sirva de base para la instalación de estructuras y equipos o de acabado final del área de localización; deberá perfilarse de tal forma que garantice el flujo adecuado de las aguas de escorrentía hacia los respectivos sistemas de conducción. De acuerdo con las características del suelo in situ y la disponibilidad de materiales de construcción en la zona así como del equipo, infraestructura y tiempo de perforación, la rasante a implementar podrá estar conformada mediante a cualquiera de las siguientes alternativas que serán verificadas para cada proyecto dependiendo de las condiciones de la zona:

##### ➤ **Terreno natural (suelos consolidados y/o roca)**

Se aplica cuando se establece mediante estudios previos que las características del suelo como cohesión, resistencia al corte y capacidad portante son suficientes para instalar de forma estable y segura los equipos requeridos para las actividades de perforación y/o explotación.

Esta condición de terreno natural está asociada generalmente a la presencia de suelos bien consolidados y rocas. La adecuación del sitio implica la remoción de la cobertura vegetal existente y del suelo orgánico hasta la cota especificada, para realizar finalmente el perfilado y compactado del terreno (si se requiere), de tal manera que se garantice el sello de la superficie y el manejo de la escorrentía superficial.

##### ➤ **Afirmado**

El afirmado está conformado básicamente por material producto de la extracción y/o trituración de rocas provenientes de sitios de explotación de materiales de cantera o de préstamo de material aluvial en el área adyacente al lecho de una corriente que cuente con las debidas licencias y permisos ambientales y mineros vigentes. Dicho material se instalará cuando las características geomecánicas del suelo de fundación evaluadas según los estudios de suelos, no cumplan con los requisitos para el establecimiento de la infraestructura requerida. La labor como tal, consiste en extender, nivelar, humedecer (si se requiere) y compactar las capas de afirmado de forma adecuada hasta alcanzar el espesor y las cotas establecidas en los diseños. La compactación se realizará como mínimo al 95% de Proctor modificado de tal forma que se garantice el sello de la superficie.

➤ **Suelo estabilizado mediante productos químicos**

Esta es una técnica que consiste en realizar un procedimiento de estabilización mediante la aplicación de productos químicos atóxicos, en proporciones adecuadas de acuerdo con las características del suelo, de tal manera que se genera una reacción química tendiente a potencializar la adherencia molecular y aglutinación de las partículas, mejorar las propiedades físicas y geomecánicas, así como a elevar la capacidad portante del mismo. El proceso de estabilización genera como resultado un aumento en la densidad y la capacidad de soporte de la estructura, una reducción en el espesor de las capas a construir y una impermeabilización de la estructura estabilizada para impedir la penetración de aguas superficiales y la socavación inferior causada por flujos subterráneos.

➤ **Estabilizador electroquímico de arcilla**

Es un aditivo electroquímico, que modifica el comportamiento eléctrico de los materiales, de matriz arcillosa, que experimentan, con su adicción, el máximo rechazo al agua: logrando así la más efectiva desecación del material aun en condiciones extremas.

Al ser incorporado en las Arcillas, migra en la red capilar destruyendo a su paso el enlace “agua-arcilla”, convirtiendo en agua libre la que se encontraba firmemente adherida, por enlace Electroquímico, a las partículas (cationes) de arcilla.

En los Suelo-Cementos además de mejorar el comportamiento de los agregados, permite sin detrimento de la resistencia, reducir los requerimientos de Cemento.

El estabilizador Electroquímico de Arcillas además de ser utilizado para optimizar económicamente las características y el comportamiento de la capa de soporte (Subrasante), de cualquier tipo de estructura, se usa para reciclar los afirmados contaminados (rodadura) y mejorar el comportamiento (reducción de la plasticidad y expansividad) de los materiales Fino-gravosos a emplear para constituir terraplenes (préstamo lateral o importado) y para sub-base.

Se aplica en solución acuosa, las soluciones, se ajustan de acuerdo con la humedad del material en el momento mismo de la aplicación, (a mayor humedad del material, soluciones más ricas (2%) y a menor humedad del material, soluciones más pobres), habitualmente la solución empleada es al 0.5% (1 Lt. de electroquímico en 200 Lts de agua). El volumen de agua a emplear, no reviste importancia, el ideal es emplear la cantidad que lleve la humedad del material ligeramente por debajo de la óptima de compactación, evitando siempre que el material se sature. La dosificación se ajusta de acuerdo con el volumen de electroquímico que se requiera de conformidad con el tipo de material a tratar (**Tabla 2-60**).

**Tabla 2-60 Dosis de electroquímico**

Dosis de GEOSTAB por m <sup>3</sup> de material compactado	
Material	CC de GEOSTAB / m <sup>2</sup>
Calcáreo (Cerca al mar )	70
Otros	50

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012

La luz solar (ultravioleta) y la Oxigenación de la Solución, en el momento de la incorporación en el material, son catalizadores importantes para lograr el efecto máximo del estabilizador.

➤ **Suelo estabilizado con cemento**

Esta alternativa se utiliza para mejorar la capacidad portante de un suelo mediante la modificación del parámetro de cohesión debido a la incorporación y acción del cemento. El objetivo es unir las

partículas de forma tal que se genere una superficie de mayor resistencia capaz de soportar la imposición de cargas y los agentes erosivos del clima. El proceso constructivo incluye la escarificación, pulverizado y humedecimiento (si es necesario) del suelo; luego se realiza la distribución y mezcla del cemento con el suelo mediante el uso de maquinaria, en las proporciones definidas por el estudio geotécnico; posteriormente se realiza la compactación de la mezcla para finalizar con el curado de la superficie según las especificaciones del caso. Ver **Fotografía 2-66**.



**Fotografía 2-66 Estabilización de un suelo con cemento**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

➤ **Suelo estabilizado con cualquier otro material o elemento**

Consiste en mejorar las condiciones de suelo con otros elementos y/o materiales aplicables, como por ejemplo pilotes de madera hincados, geomalla, empalizadas, entre otros, que permitan garantizar la estabilidad de la infraestructura. Los pilotes de madera y empalizadas se pueden utilizar del aprovechamiento forestal autorizado para el presente proyecto.

2.3.2.4 Construcción de obras de drenaje y estructuras en concreto al interior de la localización

2.3.2.4.1 Placas de concreto

La superficie de acabado en concreto se construirá cuando la capacidad portante del suelo por sí misma o mediante estabilizado con productos y/o elementos no sea suficiente para garantizar la estabilidad de los equipos e infraestructura, o cuando la duración del proyecto requiera una superficie que garantice una mayor vida útil. Las placas se construyen habitualmente sobre una capa de material granular o suelo estabilizado debidamente compactada que sirve como base y generalmente, corresponden a aquellas zonas donde se instalarán el taladro y sus equipos de generación, almacenamiento, rotación y sostenimiento entre otros.

Para la construcción de las placas se requiere adecuar la superficie, el amarre del acero de refuerzo, vaciado y vibrado del concreto según las especificaciones indicadas en los diseños. Finalmente se realiza el desencofrado y curado del concreto. En la **Fotografía 2-67** se muestra la Construcción de una placa de concreto.

2.3.2.4.2 Sistema para el manejo de las aguas lluvias

El manejo de aguas lluvias podrá contar con la adopción de las diferentes alternativas en cuanto a los materiales de acabado, en la medida en que las características edáficas y climáticas de la zona lo requieran y permitan; incluso en algunos casos, dadas condiciones de topografías planas, donde

es necesario construir la localización totalmente en terraplén, no será necesario construir canales de aguas lluvias, pero si plantear algunas obras y medidas que permitan realizar un manejo y control adecuado, como se mostrará más adelante.



**Fotografía 2-67 Placa Concreto**

*Fuente: Ingeniería Puntual*

El sistema convencional para el manejo de aguas está conformado por una red de cunetas que encierran el área de trabajo con el objetivo de recoger y conducir el agua lluvia hacia estructuras en forma de cajón llamadas desarenadores. Las cunetas son excavadas en el terreno natural y tienen pendientes definidas con secciones que normalmente pueden ser de forma trapezoidal, triangular o rectangular. El material previsto para el terminado de las cunetas, dependiendo de parámetros como las características de los suelos de fundación, la topografía de la zona, el tiempo de perforación y las facilidades de desmantelamiento, podrá corresponder a alguna de las siguientes alternativas, las cuales se verificarán en cada Localización dependiendo de las condiciones de la zona.

➤ **Terreno natural**

Esta condición puede aplicarse cuando se presenten suelos consolidados, estables y poco permeables de tipo arcilloso, donde no se generen procesos erosivos. De igual forma se implementarán de acuerdo con los estudios de suelos e hidrología y principalmente para proyectos de corta duración (**Fotografía 2-68**).



**Fotografía 2-68 Construcción de cunetas**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

➤ **Revestimiento en Suelo-Cemento**

Se presenta como una alternativa aplicable en suelos más permeables que las arcillas y para proyectos de mayor duración, ya que la mezcla de suelo con las proporciones adecuadas de cemento y agua es manejable al momento de la construcción y luego del fraguado, se logra una superficie endurecida que permite manejar el agua sin generar problemas erosivos.

➤ **Sacos rellenos de suelo o suelo-cemento instalados sobre el terreno natural**

Al igual que la alternativa anterior, esta opción busca dar una protección al suelo de tal manera que se minimicen los procesos de socavación. Consiste en llenar y sellar sacos de fibra natural (fique) con suelo sobrante o una mezcla de suelo-cemento sin elementos extraños como palos, vegetación o cualquier otro que pueda disminuir la vida útil del saco. Ver **Fotografía 2-69**.



**Fotografía 2-69** Cunetas para en sacos rellenos

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012.*

➤ **Geomembranas o geotextiles instalados sobre el terreno natural**

Consiste en instalar una geomembrana o textil impermeable que garantice la protección del suelo, evite procesos de socavación y facilite la rápida evacuación de las aguas lluvias, pudiéndose reutilizar en proyectos posteriores. Ver **Fotografía 2-70**.



**Fotografía 2-70** Cunetas en geomembrana

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

➤ **Paneles portátiles en lámina, unidos mediante soldadura o pernos con juntas impermeabilizadas**

Son estructuras prefabricadas en lámina de fácil transporte, instalación y desmonte. El cuidado que implican, radica en el adecuado sellado de las juntas para impedir fugas; su funcionalidad reside en su posibilidad de reutilización para otros proyectos; además, no demandan uso o aprovechamiento de materiales de construcción.

➤ **Paneles prefabricados de concreto con impermeabilización de las juntas.**

Al igual que las anteriores son estructuras portátiles que implican un manejo mayor y más adecuado ya que debido a las características del concreto, principalmente al peso específico, deben ser unidades de longitudes menores a 1,0 m de tal manera que se facilite su transporte, instalación y retiro.

➤ **Concreto fundido en sitio, para conformar una estructura monolítica y sin juntas**

Es la alternativa tradicional ya que garantiza la protección del medio, el manejo adecuado de las aguas y otorga una mayor vida útil al sistema de drenaje. Su aplicación óptima genera proyectos de duración considerable, así como en sitios en donde las condiciones de estabilidad del terreno y de pluviosidad son críticas y necesitan de una estructura funcional, segura y durable.

Igualmente se podrá instalar cualquier otro material que Ecopetrol S.A. y la Interventoría HSE consideren pertinentes y que pueda utilizarse para cumplir sus funciones e impida la afectación del medio.

➤ **No construir cunetas**

La alternativa de no construir cunetas se puede implementar en terrenos muy planos donde es difícil perfilar las pendientes para las cunetas y en sitios estables donde el agua escurre de forma uniforme en una zona amplia sin generar procesos erosivos. En dichas zonas, las localizaciones tienen que conformarse en terraplén y el agua de escorrentía fluye de manera uniforme hacia terrenos aledaños; en tal caso, es necesario construir barreras o estructuras con geomembranas y/o geotextiles permeables que garanticen el paso del agua y la retención de partículas sólidas.

Antes de la entrega a los drenajes naturales, las aguas lluvias deben pasar por un sistema de retención de partículas sólidas en suspensión o arenas. Dicho sistema generalmente está constituido por los desarenadores, que son estructuras en forma de cajón con compartimentos de dimensiones definidas separados por tabiques que permiten el paso del agua por encima hacia la siguiente zona, mientras la arena es sedimentada en la anterior. Sin embargo, dicha retención se puede realizar con la implementación de otro tipo de medidas como la instalación de barreras o estructuras con geomembranas y/o geotextiles permeables de acuerdo con ciertos parámetros y restricciones, tales como terrenos muy planos donde es difícil perfilar las pendientes para encaminar el agua a un desarenador.

De esta forma, las opciones de mejora para el proceso de retención de arenas y sólidos están enfocadas en utilizar materiales alternativos para la adecuación del desarenador o la implementación de otros sistemas de retención. Dependiendo, entre otros, de la disponibilidad de materiales, la estabilidad del terreno, la pluviosidad de la zona y la duración del proyecto, el sistema de retención de arenas a implementar puede tener alguna de las siguientes características:

➤ **Desarenador en concreto reforzado**

Es una alternativa aplicable si las labores del proyecto son prolongadas y/o cuando las condiciones de estabilidad del terreno justifican la construcción de una estructura durable y funcional (**Fotografía 2-71**).

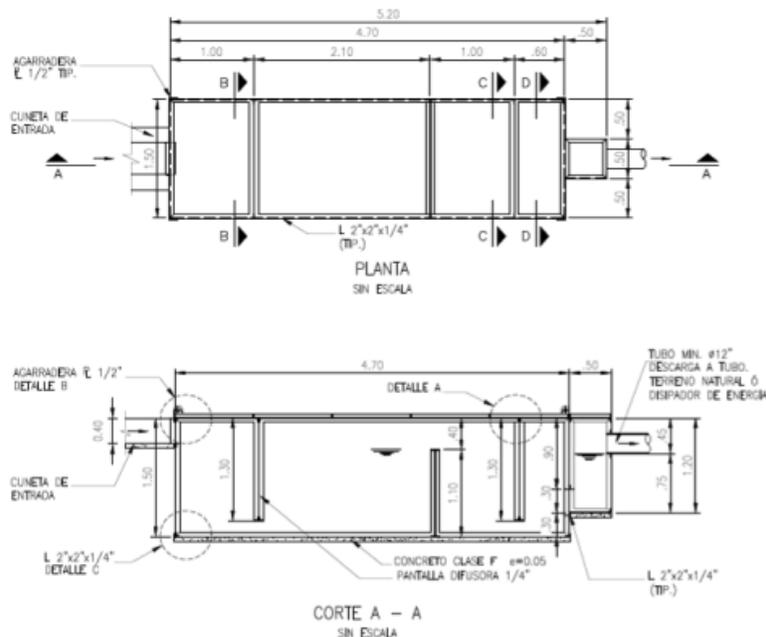


**Fotografía 2-71 Desarenador convencional en concreto**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012

➤ **Desarenador portátil en lámina**

Es una estructura práctica, de fácil transporte, instalación y desmonte con ayuda de maquinaria; no demanda uso de materiales de construcción, minimiza la afectación del medio en la etapa de desmantelamiento; por tanto, es aplicable a todo tipo de proyectos, además, es reutilizable. Ver **Figura 2-64**.



**Figura 2-64 Detalle típico de desarenador portátil en lámina**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012

➤ **Desarenador en cualquier otro material**

Utilización de cualquier material aplicable que le permita cumplir sus funciones sin generar mayores afectaciones al medio ambiente y en lo posible, facilite el proceso de restauración y desmantelamiento.

➤ **Barreras permeables o de retención**

Este sistema de retención de sólidos consiste en la instalación de barreras conformadas por geomembranas o geotextiles permeables que permiten el paso del agua e impiden el paso de partículas sólidas, es decir cumplen las mismas funciones del desarenador. Son prácticos en zonas planas y estables donde la energía del flujo es baja y no compromete la estabilidad de las barreras, (**Fotografía 2-72**).



**Fotografía 2-72 Sistema de barreras permeables para retención de sólidos**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012.*

El sistema de aguas lluvias contempla estructuras de entrega al medio natural, principalmente en zonas con terrenos ondulados y montañosos; dichas estructuras corresponden a canales o cunetas de conducción, descoles y disipadores de energía cuya función es hacer una entrega controlada, donde se evite la generación de procesos erosivos.

En cualquier caso, las dimensiones y distribución de las cunetas de aguas lluvias, del desarenador, de las barreras de retención y de la estructuras de entrega dependerán de los niveles de precipitación de la zona donde se ubique el proyecto, como producto de un estudio y diseño integral que garantice la funcionalidad ambiental y técnica del sistema.

2.3.2.4.3 Sistema para el manejo de las aguas aceitosas

Este sistema presenta varias alternativas de optimización, las cuales dependerán entre otras, de las condiciones climáticas y edáficas del sitio, así como del tiempo estimado para realizar las labores del proyecto. A continuación se describen sus principales características:

Consiste en un sistema cuya finalidad es recoger, conducir y manejar las aguas aceitosas generadas durante la operación y el lavado de la infraestructura del equipo de perforación, mediante cunetas perimetrales excavadas en el terreno natural con geometrías y pendientes definidas. Las cunetas se ubicarán alrededor de los equipos requeridos durante la perforación. De acuerdo con las características de los suelos de fundación y el tiempo de perforación, el material correspondiente al acabado de las mismas corresponde a:

- Revestimiento en suelo-cemento.
- Sacos rellenos de suelo o suelo cemento instalados sobre el terreno natural.
- Geomembranas o geotextiles instalados sobre el terreno natural.
- Concreto fundido en sitio, para conformar una estructura monolítica y sin juntas.
- Paneles portátiles de lámina, unidos mediante soldadura o pernos con juntas impermeabilizadas.
- Cualquier otro material que pueda utilizarse para cumplir sus funciones e impida la afectación del medio.
- Disminuir la longitud de desarrollo de las cunetas o no construirlas.

De acuerdo con el equipo y tiempo estimado para la perforación, se podrá prescindir de cunetas de aguas aceitosas, para lo cual, todos los equipos que presenten riesgo de derrame se deben ubicar sobre geomembranas impermeables, confinadas dentro de diques perimetrales, de tal manera que se conforme una barrera que garantice la contención de posibles fugas o derrames (**Fotografía 2-73 y Fotografía 2-74**).



**Fotografía 2-73 Cunetas en concreto fundidas in situ para manejo de Aguas aceitosas**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*



**Fotografía 2-74 Equipos ubicados sobre geomembranas con diques**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

Así mismo de acuerdo al equipo de perforación, en la zona de la plataforma se conformará una pendiente con desnivel o drenaje hacia el interior del contrapozo, de tal manera que los residuos de la perforación puedan ser encaminados o devueltos al interior del contrapozo.

Cuando se construyan las cunetas de aguas aceitosas, los fluidos captados serán conducidos hacia una caja de compartimentos con dimensiones definidas, más conocida como Skimmer, donde se realizará el pre-tratamiento del agua, mediante el proceso de separación física; dicha separación se realiza gracias a) tabique que permiten el paso del agua por debajo hacia el siguiente espacio, mientras las grasas y aceites flotan en el anterior. Dichas grasas se recogerán en canecas y se entregarán a terceros autorizados para su tratamiento y disposición final.

Al igual que las cunetas, dependiendo entre otros de la disponibilidad de materiales y los tiempos de perforación y previa excavación en el terreno natural, el Skimmer podrá ser en concreto reforzado, portátil en lámina (**Fotografía 2-75**) o de cualquier otro material que le permita cumplir sus funciones sin generar mayores afectaciones al medio. En caso de no construirse el sistema de cunetas para aguas aceitosas, se prescindirá de la adecuación del Skimmer.



**Fotografía 2-75 Skimmer portátil  
construido en lámina**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

#### 2.3.2.5 Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación

Las áreas para tratamiento y disposición de residuos de perforación, corresponden a aquellos lugares en donde se ubicarán los equipos, instalaciones e infraestructura necesaria para el recibo, tratamiento y disposición de los residuos líquidos y sólidos provenientes de las actividades de perforación. El manejo y disposición de lodos y cortes de perforación se realizará al interior de la localización, mediante el uso de piscinas con el fin de optimizar el uso de las áreas y así minimiza el impacto sobre los ecosistemas,

El uso de áreas para el almacenamiento, tratamiento y disposición de lodos, cortes y aguas residuales se plantea de tal forma que se utilicen óptimamente las áreas solicitadas dentro de la localización, determinando una disminución significativa de los impactos, promoviendo un mejor tratamiento y disposición al contar con un mayor control o supervisión de las labores, disminuyendo las áreas de construcción.

La estabilización y deshidratación de los lodos y cortes de perforación así como el tratamiento de los residuos líquidos industriales, se logra a través de procesos fisicoquímicos con el objetivo de acondicionarlos para su reutilización y/o disposición según la normatividad ambiental vigente.

Los cortes de perforación de los diferentes pozos se podrá depositar en un área ubicada dentro de la misma Localización (preferencialmente en uno de los extremos de la plataforma) consistente en una excavación de poca profundidad con taludes 1H:1V, o en piscinas, las cuales dependerán del área destinada y podrán disponerse así:

- Piscina de recibo para mezcla.
- Piscina para disposición de cortes.
- Piscina para contingencia.
- Piscina para agua.

Las áreas de disposición de cortes proyectadas dentro de las localizaciones serán seleccionadas previamente, sus características y consideraciones de adecuación se definirán a medida avance el proyecto.

Dicha área será seleccionada de acuerdo con las consideraciones establecidas en la zonificación del manejo ambiental del proyecto y en general tendrán como importancia los siguientes parámetros dentro de la Localización:

- Se localizarán sobre sectores planos.
- Se seleccionarán áreas alejadas de los cuerpos de agua y de nacederos.
- Se ubicarán sectores desprovistos de vegetación arbórea y arbustiva.
- Se realizará una adecuación necesaria referente a la nivelación del terreno y la construcción de obras de drenaje (cunetas en tierra) entre otros.
- Las áreas seleccionadas se ubicarán de tal forma que tengan facilidad de acceso.
- En cuanto al manejo de posibles niveles freáticos altos que pueda causar empuje en las paredes de las piscinas se realizarán en los casos que se necesite adecuaciones con obras de drenaje sub superficial (filtros franceses).
- Las piscinas estarán recubiertas por una geomembrana que evitará la infiltración al suelo y el contacto con el nivel freático de la zona. No obstante para los casos donde se evidencie la presencia de nivel freático alto, se realizará un diseño donde se garantice que el fondo de la piscina quede a un nivel superior de donde se encuentre la lámina de agua.

Las piscinas son depósitos excavados en tierra y recubiertos con geomembrana para albergar y tratar el agua residual generada durante la perforación del pozo, pueden ser adaptadas en el terreno, realizando una excavación en el sitio de emplazamiento en forma de cuadrilátero, una vez dimensionado el polígono se le realiza un recubrimiento con un geotextil o geomembrana impermeabilizante la cual cumple la función de aislar completamente el suelo de los fluidos tratados. Las dimensiones dependerán del volumen a manejar, el cual a su vez está directamente relacionado con la profundidad del pozo y del diámetro de perforación.

El tratamiento físico químico del agua residual tiene como finalidad mediante la adición de ciertos productos químicos la alteración del estado físico de estas sustancias que permanecerían por tiempo indefinido de forma estable para convertir las en partículas susceptibles de separación por sedimentación. Mediante este tratamiento puede llegar a eliminarse del 80% al 90% de la materia total suspendida, del 40% al 70% de la DBO5 y del 30 al 40% de la DQO.

Para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones: coagulación, floculación y decantación o flotación posterior.

La coagulación consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de floculo o precipitado; se obtiene añadiéndole al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante. Normalmente se utilizan las sales de hierro y aluminio.

La floculación tratara la unión entre los floculos ya formados con el fin de aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar; consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los floculos.

Las plantas de tratamiento de lodos activados constan de dos compartimientos, el primero para aireación y el segundo para sedimentación de sólidos pesados y partículas finas; posteriormente tiene lugar un tratamiento de desinfección mediante contacto con cloro. El efluente de esta planta (previa comprobación de parámetros de eficiencia y calidad), es enviado a la caja de mezcla con las aguas grises ya tratadas. Los lodos estabilizados procedentes de la planta son utilizados en actividades de revegetalización mediante la mezcla con cal agrícola o para el cierre de piscinas.

Cemento, lodos y fluidos generados en exceso pueden ser almacenados y devueltos al sistema activo de lodos luego de un proceso de remoción de sólidos o separación de la fase sólida del agua. El momento para procesar y transferir el volumen almacenado es aquel en el que la operación de perforación es suspendida. El material pesado es recuperado y retornado al sistema del lodo activo mientras que el fluido no pesado es tratado por métodos químicos/mecánicos.

La unidad dewatering trabaja con el lodo descartado del sistema activo al que son adicionados polímeros coagulantes y floculantes en forma adecuada; la cantidad de químicos, dilución y tasa de alimentación de lodo al sistema es controlada por la misma unidad. El lodo floculado es bombeado a la centrifuga para su deshidratación. Los sólidos secos son conducidos hacia la piscina de cortes o hacia tanques. El agua es llevada a las piscinas o tanques para su tratamiento y ajuste de propiedades necesario para permitir su vertimiento.

Las características específicas de las piscinas para el tratamiento de los cortes de perforación varían de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la operación (**Fotografía 2-76**).



**Fotografía 2-76 Tipo de construcción de una piscina de lodos**

*Fuente: Instructivo y Especificaciones Técnicas – Ambientales para la Optimización de Obras Civiles en Vías y Localizaciones, Ecopetrol S.A., 2012 – modificado por Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

➤ **Características de los lodos a tratar en el centro de acopio**

**Lodos:** Los lodos base agua son el principal fluido utilizado por Ecopetrol S.A durante la perforación de pozos ya que el agua es uno de los mejores líquidos básicos para perforar por su abundancia y bajo costo. El diseño de estos lodos debe considerar diferentes factores entre los que se encuentran el mantenimiento adecuado de sus propiedades y la planificación en donde se debe tener en cuenta el tipo de formación que se va a atravesar, los equipos con los que se cuenta en superficie, la disponibilidad de aditivos, entre otros; El lodo principalmente está compuesto de agua dulce o salada (esta no es utilizada comúnmente, se utiliza cuando se están perforando zonas con agua salada y/o domos de sal y cuando se requiere evitar la hidratación de arcillas y lutitas hidratables), una sustancia coloidal, generalmente bentonita y diferentes aditivos como la soda caustica, cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), yeso, cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), lignosulfonato, polímeros como agentes viscosificantes, dispersantes, barita, entre otros, en la **Tabla 2-61** se relaciona la composición típica de un lodo utilizado en la perforación de un pozo en la zona.

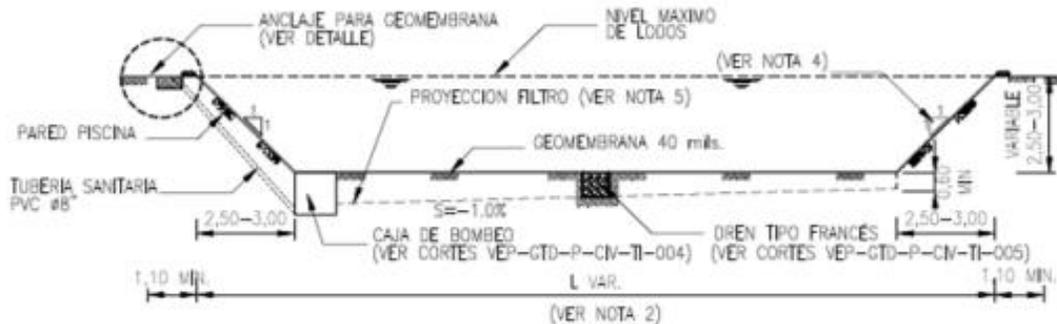
**Tabla 2-61 Composición típica de un lodo base agua dulce – Bentonita**

PRODUCTO	CANTIDAD / UNIDAD APROXIMADAS
BACTERICIDE	5GL/CN
CALCARRB M 10-40	50kG/SK
CALCARRB M200	50kG/SK
CALCARRBM50 –150	50kG/SK
CAUSTIC SODA	55 LB/SK
DEFOAM X	5 GL/DR
DRILLTHIN	25 LB/SK
DRILPHELZ	25LB/SK
DRILZONE	55GL/DR
DUOVIS (XCD)	55LB/SK
FLOPEX	50LB/SK
GELEX	2LB/SK
HIBTROL	50LB/SK
K SEAL	40 LB/SK
LUBE 167	55LB/SK
M-I GEL	100LB/SK
M-I GEL SUPREME	100LB/SK
MICA MÉDIUM	50LM/SK
MIX IIFINE	25LM/SK
PIPE LAX W	55GL/DR
RICE HULLS	44LB/SK
SODA ASH	50kG/SK
SODIUM BICAEB	25KB/SK
SP101	50LB/SK

Fuente: Ecopetrol S.A. 2013

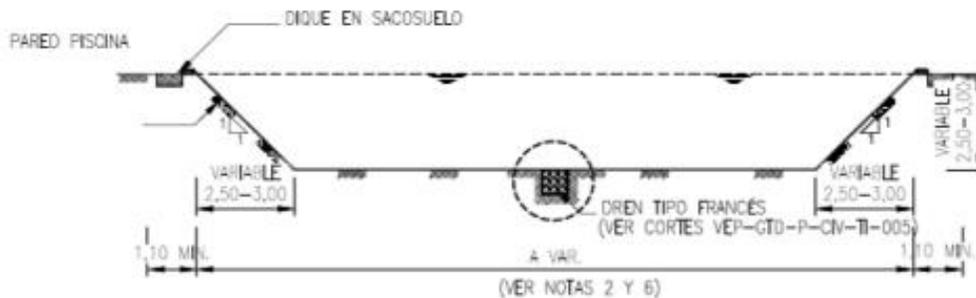
La mayor parte del lodo utilizado es reciclado dentro del proceso de perforación, minimizando de esta forma el volumen de lodo residual a generar. El lodo es descartado una vez sus propiedades como la densidad, la viscosidad plástica y aparente, el punto cedente, los geles, el filtrado API, el PH, el porcentaje de arena, sólidos y líquidos no cumplen con las especificaciones requeridas por la campaña de perforación o porque simplemente ha finalizado la perforación del pozo.

Los diseños para las piscinas de estabilización y disposición final de cortes de perforación, son equivalentes a los de tratamiento de lodos, inicia con la excavación realizada con maquinaria pesada (retroexcavadora, pajarita) controlando los taludes establecidos en los planos; posteriormente se construye en el fondo de la misma, un filtro francés dispuesto de forma diagonal con el objetivo de evacuar posibles infiltraciones y aguas subterráneas (**Figura 2-65**); luego se excava una zanja perimetral a una distancia promedio de 1,0 m del borde de la piscina para anclar la geomembrana. Entre la zanja y el borde de la piscina se conforma un dique con suelo o sacos rellenos de suelo para evitar que entren flujos al interior de las piscinas.



### DETALLE TÍPICO DE PISCINA CORTE LONGITUDINAL

ESCALA 1 : 200



### DETALLE TÍPICO DE PISCINA CORTE TRANSVERSAL

ESCALA 1 : 200

**Figura 2-65 Detalle típico de piscinas**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2012

Finalmente se instala la geomembrana de 500 micras o superior que brindan una resistencia adecuada para la actividad, a fin de prevenir infiltraciones y evitar que los componentes químicos con los cuales son tratados estos residuos comprometan el suelo o las aguas subterráneas. Las características específicas de las piscinas para el tratamiento de los cortes de perforación varían de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la operación (**Fotografía 2-77**).



**Fotografía 2-77 Piscina impermeabilizada con geomembrana**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

#### 2.3.2.6 Instalaciones de apoyo para la construcción de localizaciones

##### 2.3.2.6.1 Manejo de aguas residuales con tanques de almacenamiento temporal (tanques australianos).

Una forma de manejo de las aguas industriales es el almacenamiento temporal de las mismas o de las aguas de producción dentro de tanques Australianos. Estos tanques son generalmente prefabricados y tienen como ventajas evitar excavaciones reduciendo las dimensiones del sistema de tratamiento. Son muy útiles cuando el tiempo de perforación es corto y no justifica el movimiento de tierras, igualmente cuando el nivel freático se encuentra cerca de la superficie y cuando las características ambientales de la zona presentan una sensibilidad de media a alta.



**Fotografía 2-78 Tanques australianos**

##### 2.3.2.6.2 Almacenamiento de químicos

Corresponde a la asignación de un área o adecuación de un espacio dentro de la localización, para el almacenamiento de los productos químicos utilizados durante la etapa de perforación. Dicho espacio, de acuerdo a la tecnología o estrategia podrá acomodarse de las siguientes maneras:

###### ➤ **Caseta de almacenamiento**

Se construirá cuando el empaque de los productos que se almacenarán no sea resistente o se vea afectado por la acción de agentes externos, principalmente la lluvia. La superficie del sitio podrá estar conformada sobre el terreno natural, afirmado, en suelo estabilizado con cemento o con productos químicos, concreto o con cualquier otro material impermeable garantizando en cualquier

caso el aislamiento del suelo natural, la estabilidad, funcionalidad y la protección del medio, principalmente del suelo.

Adicionalmente, sobre dichas superficies se podrán ubicar estibas como alternativa para facilitar el manejo y la limpieza del lugar. La caseta será techada y tendrá una altura suficiente para el ingreso de la maquinaria encargada de ordenar y transportar los productos.

➤ **Sin caseta de almacenamiento**

Teniendo en cuenta que la mayoría de productos químicos vienen en empaques perfectamente embalados y encaquetados de tal manera que son resistentes a la intemperie, se podrá prescindir de la construcción de una caseta, evitando con ello la generación de una mayor cantidad de escombros en la etapa de desmantelamiento.

En virtud de lo anterior, el sitio de acopio consistirá en una superficie adecuada en terreno natural, afirmado, suelo estabilizado, concreto o cualquier otro material que garantice siempre el aislamiento del suelo natural en caso de escapes o derrames, la funcionalidad y sobre el cual se instalarán estibas para facilitar el manejo. Como medida de protección, además de la proporcionada por el empaque original se contará con el cubrimiento permanente de una carpa o geomembrana impermeable que se encargue de proteger el material químico por todos los costados.

✓ **Productos químicos almacenados**

Los productos químicos que se utilizarán en el proceso a llevarse a cabo en el centro de acopio, los cuales se almacenarán en la bodega de químicos; su función se encuentra en la siguiente tabla. (Ver **Tabla 2-62**)

**Tabla 2-62 Materiales a utilizar**

PRODUCTO	FUNCIÓN
Bentonita	Componente base del lodo de perforación base agua.
Nitrato de Potasio	Inhibidor químico de arcillas.
Viscosificante	Agente viscosificante.
PHPA	Extendedor e inhibidor mecánico.
Carbonato de Calcio	Sellante, incrementador de peso.
Potasa Caustica	Desembotar el BHA.
Cascarilla de arroz	Sellante (Eliminar pérdidas de circulación).
Wall Nut	Sellante (Eliminar pérdidas de circulación).
Soda cáustica	Ajuste de pH.
Asfalto	Inhibidor de corrosión.
Bicarbonato de Sodio	Secuestrante de Oxígeno.
LIPEFLOC 08	Polímero no-aniónico para floculación de sólidos.
SURFLOC 2515	Polímero aniónico para floculación de sólidos.
SURFLOC 2010	Polímero no-aniónico para floculación de sólidos.
OFXC 1143	Polímero no-aniónico para floculación de sólidos.
Ácido acético	Para ajuste de pH y coagulación.
Cal	Para ajuste de pH y coagulación.

Fuente: Ecopetrol S.A. 2010

2.3.2.6.3 Áreas de combustible

El área destinada al almacenamiento de los combustibles debe contar con las protecciones preventivas para eventos que van desde un pequeño escape hasta el derrame total del mismo. Para tal efecto se han de contar con contenedores o estructuras de contención con 1,1 veces

capacidad de los tanques de almacenamiento, con el fin de albergar la totalidad del líquido contenido.

La construcción de diques de contención en materiales y sistemas diferentes al convencional, es decir el construido con muros de mampostería, propenden por la reducción de la afectación de los recursos naturales, al utilizar materiales reciclables que puedan ser empleados en varios proyectos u oportunidades, disminuyendo además, los tiempos de montaje y desmantelamiento y por ende la generación de residuos o escombros.

El combustible se debe almacenar en tanques en buen estado, que no presenten fugas, ni corrosión, sobre soportes o estibas, suficientemente distanciados del suelo para evitar el contacto directo, en superficies de terreno natural (suelo consolidado o roca), afirmado, suelo estabilizado, concreto, con recubrimiento de geomembrana impermeable o cualquier otro material que garantice la funcionalidad y estabilidad de la estructura, así como la protección del suelo, tal como se describe a continuación:

➤ **Dique con recubrimiento en geomembrana**

Consiste en la instalación de soportes metálicos dispuestos de forma perimetral al área de combustibles, sobre los cuales se sobrepondrá una geomembrana debidamente anclada, con juntas termo-selladas, de tal manera que forme un recipiente capaz de soportar 1,1 veces el volumen de combustible e impida su salida. Como alternativa a los soportes metálicos se podrán instalar sacos rellenos de suelo o suelo-cemento en forma de dique perimetral, de tal forma que garanticen la contención en caso de posibles derrames.

Esta misma opción se plantea cuando se pretende disminuir la longitud de desarrollo o si no se han construido las cunetas de aguas aceitosas, para las zonas en donde se presenten riesgos de eventuales derrames o fugas como las áreas de bombas, generadores, entre otras; sin embargo los diques serán de menor altura, de acuerdo con los eventuales volúmenes a manejar.

En la parte interna del dique se podrá construir un foso bombeo de 0,30 x 0,30 x 0,30 m o según las dimensiones establecidas en el diseño, para las labores de drenaje.

➤ **Estructuras de control y tanques de auto-contenido**

Dependiendo también de la implementación de nuevas tecnologías y de acuerdo con las estrategias contempladas por Ecopetrol S.A., se pueden utilizar tanques con auto-contenidos capaces de albergar posibles fugas o la totalidad de combustible almacenado, en cuyo caso se podría prescindir de la construcción de superficies impermeabilizadas o diques. Ver **Fotografía 2-79**.

#### 2.3.2.6.4 Campamentos

Con el objeto de proporcionar un uso óptimo de las áreas o superficies, durante la perforación en cada localización existirán campamentos conformado por un limitado número de contenedores para el alojamiento del personal base, con el objeto de minimizar áreas de ocupación y optimizar zonas de operación; se adecuarán otros contenedores para los siguientes servicios del taladro: comedor, lavandería, enfermería, cuarto de comunicaciones, bodegas, oficinas, entre otros.

Durante las actividades de perforación se instalará un campamento para el alojamiento (El personal que allí se alojará corresponde únicamente a los trabajadores que deben permanecer en el pozo) y oficinas del personal, estarán constituidos por contenedores, algunos de ellos provistos de sanitario, ducha y lavamanos. Siendo los principales lo siguientes:



**Fotografía 2-79 Estructura de auto contenido para contención de combustibles**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2012*

- Alojamiento.
- Servicios sanitarios completos.
- Casinos.
- Enfermería.
- Recreación.
- Comunicaciones.
- Agua potable.
- Energía.

Estos contenedores vienen dotados con estructuras propias para ser instalados sobre la localización sin la necesidad de adaptación, únicamente se construirán caminos de servicio; las aguas residuales grises y negras se recolectarán separadamente para su tratamiento (Ver **Fotografía 2-80**).



**Fotografía 2-80 Campamentos para perforación**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014.*

#### 2.3.2.6.5 Área de almacenamiento de residuos

Para el proceso de recolección, es necesario diseñar rutas de recolección interna de residuos según la distribución de los puntos de generación; estableciendo horarios y frecuencias e identificando en cada uno de estos lo siguiente:

- Localización, número y capacidad de los recipientes donde se encuentran los residuos.
- Tipo de residuo generado, lo cual está asociado al color del recipiente.

El tiempo de permanencia de los residuos en los puntos de generación debe ser el mínimo posible, especialmente en áreas donde se generan residuos peligrosos.

Se construirá o adecuará un espacio para el almacenamiento de residuos sólidos generados durante la etapa de perforación. La superficie del sitio al igual que las demás superficies de la localización podrá estar ubicada sobre el terreno natural, afirmado, en suelo estabilizado con cemento o con productos químicos, concreto o con cualquier otro material, que garantice la estabilidad, funcionalidad y la protección del medio.

Para el almacenamiento de los residuos sólidos se recomienda establecer la existencia y ubicación de los sitios de almacenamiento dentro del proyecto, evaluando las características que debe cumplir de acuerdo a lo establecido, a continuación:

- Deberá estar localizado al interior del proyecto y de acceso restringido.
- Los acabados del lugar de almacenamiento deberán permitir su limpieza, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen.
- Cubierto para protección de aguas lluvias, iluminación y ventilación adecuada (rejillas o ventanas), sistema de drenaje y piso duro e impermeable.
- Disponer de espacios por clase de residuo, de acuerdo a su clasificación.
- Debe ser de uso exclusivo para almacenar residuos y estar debidamente señalizado.
- Evitar el acceso y proliferación de animales domésticos, roedores y otras clases de vectores.
- Todos los residuos peligrosos deberán estar almacenados y ubicados en un lugar confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales.
- El techo debe estar diseñado de tal manera que no permita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones.
- El lugar de almacenamiento deberá estar señalizado correspondiente a las señales de advertencia, obligación, prohibición e información.
- Contar con equipos de extinción de incendios.

Las especificaciones técnicas de un sitio para el almacenamiento de residuos o desechos peligrosos se encuentran consignadas en las Guías Ambientales de Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias Químicas Peligrosas y Residuos Peligrosos expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Consejo Colombiano de Seguridad.

#### 2.3.2.6.6 Caseta de celaduría

El área de la caseta será de dimensiones definidas, con piso en cualquiera de las alternativas planteadas para las demás superficies de la localización como concreto, afirmado, suelo estabilizado, estibas de madera, entre otros. Dentro del diseño normal, la estructura contará con muros en mampostería y cubierta con tejas, incluyendo su respectiva batería de baño.

Las casetas de vigilancia también podrán ser construidas e instalarse mediante la utilización de casetas prefabricadas, realizadas en material acrílico o fibra de vidrio de fácil armado, transporte y desmonte, que le permitan ser cómodas, seguras y funcionales.

#### 2.3.2.6.7 Zona de acopio temporal de la capa vegetal dentro de la localización

El material obtenido del descapote total del área se colocará en una zona de plataforma previamente seleccionada para tal fin, cuya ubicación se definirá en el diseño civil de cada Localización. Dicha zona ocupará un área de hasta 0.4 ha. El material de descapote se protegerá de los agentes atmosféricos y será necesario implementar jornadas de riego con el fin de utilizar dicho material vegetal en procesos de revegetalización de taludes en la fase final de recuperación de la plataforma.

#### 2.3.2.6.8 Área de préstamo lateral dentro de la localización

Las zonas de préstamo lateral dentro de la localización son excavaciones que se realizarán en el área solicitada con el fin de obtener material de la zona para la conformación de la localización. Su ubicación se hará en las Localizaciones, sobre sectores donde el material tenga las características apropiadas de resistencia y humedad adecuadas para ser utilizado como material de relleno. El diseño de estas zonas estará contemplado en el respectivo plan de manejo de cada pozo a perforar. Deberá tener un área aproximada de 0.5 ha, con taludes de corte 1H:1V y 2H:1V dependiendo del estudio de estabilidad del terreno. En la profundidad de excavación del material efectivo es de dos (2) metros, se obtendrá el material útil para las adecuaciones, mantenimiento y construcción de la Localización y de las obras civiles en general. El material inerte o no apto, se dispondrá nuevamente en la zona de préstamo, extendido y compactado en capas de 0.30 metros, conservando las pendientes de los taludes descritas anteriormente.

Concluidas las labores en los préstamos se conformará la topografía de manera que no interrumpa el libre flujo de las aguas lluvias, es decir, se propenderá por un adecuado drenaje de las zonas bajas conformadas. Para esto, con el fin de no interferir con los patrones de drenaje existentes, el contratista deberá construir un sistema adecuado de redes y aliviaderos en puntos estratégicos, con el fin de evitar la acumulación de grandes volúmenes de agua. La información sobre los cálculos y memorias técnicas de las estructuras dimensionadas, se presentará dentro de los respectivos PMA.

Adicionalmente, el material granular se puede obtener de las distintas fuentes de material que se encuentren en el área de influencia del proyecto, las cuales deben contar con la respectiva licencia de explotación de material vigente (**Tabla 2-58**).

#### 2.3.2.6.9 Zona de acopio del material de construcción

Sitios que se establecen dentro de la Localización para el almacenamiento de manera adecuada de todo el material obtenido de las canteras que cuentan con licencia ambiental vigente y son traídos desde las fuentes de materiales, el cual se utilizará en la adecuación y la construcción de la localización y la plataforma.

El material de construcción requerido durante las obras civiles, se comprará a terceros que cuenten con los permisos ambientales y títulos mineros vigentes. En la **Tabla 2-58** se presentan los sitios de explotación del material pétreo dentro del departamento de Arauca, tomado de los listados suministrados por la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA). Sin embargo, se aclara que si al momento de la construcción existen otras fuentes de material que tengan licencia ambiental y título minero, Ecopetrol S.A., podrá comprar material para sus construcciones.

Los criterios para la definición de estos sitios serán:

- Plantearlos sobre terrenos planos o de baja pendiente sobre sectores con condiciones geotécnicas estables dentro de las Localizaciones en las áreas localizadas con una extensión máxima de 0.1 ha.

- Ubicarlos en sectores desprovistos de vegetación arbórea o arbustiva, alejados de cursos de agua, nacedores y zonas de descarga de escorrentía de acuerdo a la normatividad ambiental.

Su proceso constructivo en el establecimiento del material, se procurará seguir por las siguientes actividades:

- Retiro de la capa vegetal de la zona, acopiando el material como se indica en el numeral de descapote.
- Nivelación y compactación de la subrasante, para el acceso de los vehículos que harán el cargue y descargue del material.
- Instalación de obras de drenaje si hubiere el caso.
- Una vez depositado el material este debe ser protegido de las lluvias, mediante el uso de arcillas sellando la capa superficial con un balde de retroexcavadora. El material granular no necesita sellado y se puede colocar barreras o trinchos con madera y geotextil para evitar arrastre de sedimentos a predios vecinos.
- Terminada la labor construcción o adecuación de las vías se procederá a la limpieza final, colocación de la capa vegetal inicialmente acopiada y abandono del área.

Mediante el diseño definitivo de cada localización, se establecerá la orientación de las estructuras, las áreas a ocupar y la ubicación de los elementos que la componen con lo cual se llevará a cabo la construcción de la misma.

Los diseños de las zonas de acopio temporal de materiales se informarán en los respectivos Planes de Manejo Ambiental para cada pozo a perforar.

#### 2.3.2.6.10 Zona de disposición de material sobrante de excavación (ZODME Localizado y Centralizado)

Estas zonas se construirán cuando el material de corte supera al material de relleno requerido o cuando el material de corte no cumple las características geomecánicas exigidas para el proyecto.

La localización y diseños definitivos de los ZODME, se presentarán en los respectivos planes de manejo ambiental para cada localización a construir, teniendo en cuenta la zonificación ambiental y de manejo del proyecto.

Se sugiere ubicarlos en zonas de baja pendiente donde no abunde la vegetación arbórea o arbustiva, alejados de cuerpos de agua y nacedores atendiendo la zonificación de manejo dentro de la zona de la localización sobre un área máxima de 0,5 ha (ZODME localizado), la cual puede ser fragmentada en varias áreas pequeñas que no superen este valor; además se podrán ubicar en áreas cercanas a las vías a mejorar en un área máxima de 2 ha (ZODME centralizado) bajo las mismas características anteriores, teniendo en cuenta la facilidad en el acarreo y disposición del material.

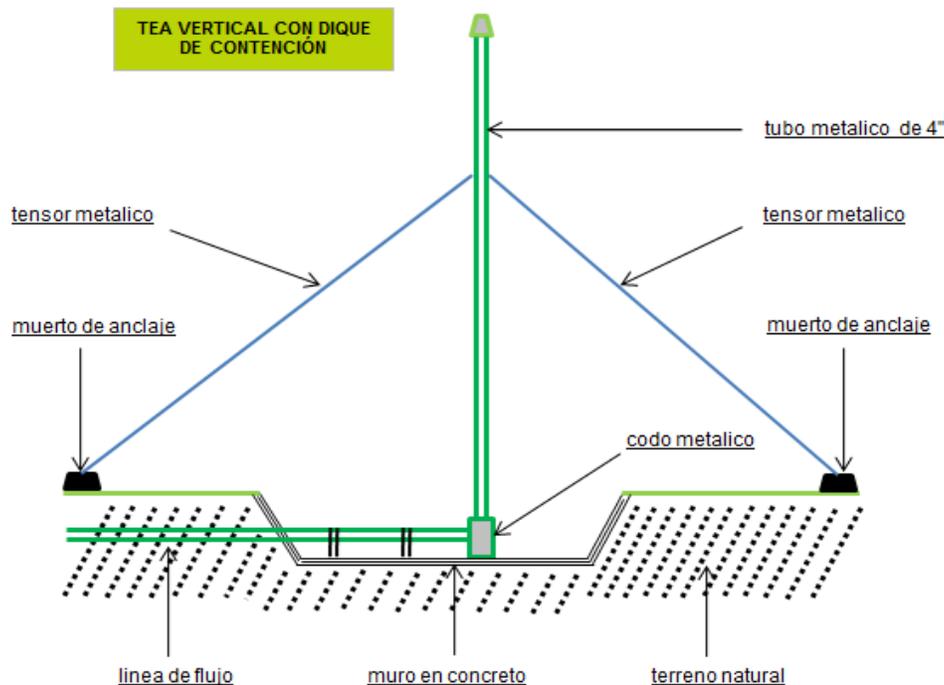
Sus condiciones geomecánicas deben garantizar la estabilidad del mismo a fin de evitar daños al ambiente, construyendo estructuras de contención en las patas del mismo tales como diques en roca, muros en gaviones o muros en concreto reforzado que funcionan por gravedad y equilibra los empujes producidos por las masas; igualmente deben instalarse los drenajes necesarios que eviten fuerzas de presión hidrostáticas adicionales que generen empuje y debiliten el cuerpo del mismo, como lo pueden ser filtros longitudinales y transversales al igual que cunetas corona y descoles con disipadores de energía.

### 2.3.2.6.11 Zona para probable incineración temporal del gas

**Tea Vertical con Dique de Contención:** El dique de contención debe tener como mínimo 9,0m X 9,0m X 2,50 m de profundidad. A este punto llega el ducto del dique de contención desde los contrapozos. La construcción de la Tea con tubería de 2" a 4". El piso del dique de contención y los taludes debe estar recubiertos con una placa de impermeabilización de concreto de 1500 psi de (solado) de espesor de 10 cm. (la idea es que soporte el calor en caso de presentarse combustión). Debe estar distante de las piscinas de corte. (Para evitar que en caso de un influjo de gas el fuego se extienda hasta las piscinas).

En lo posible debe ubicarse a una distancia de por lo menos 80 m de los contrapozos, su ubicación debe realizarse de maneras conjunta con un delegado del taladro. En el piso del dique se construirá una caja de 0,5m X 0,5m X 0,5m, para recolectar alguna fuga de aceite o petróleo en caso de una emergencia.

La Tea debe estar por dentro del área del cerramiento de la Localización y debe contar con un cerramiento. Para el anclaje de la Tea se deben implementar vientos o estructuras que aferren la tubería en caso de un evento. La altura de la Tea se define según los parámetros estipulados en el protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (**Figura 2-66**).



**Figura 2-66 Tipo de tea vertical sobre dique, soporte metálico y altura propuesta**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

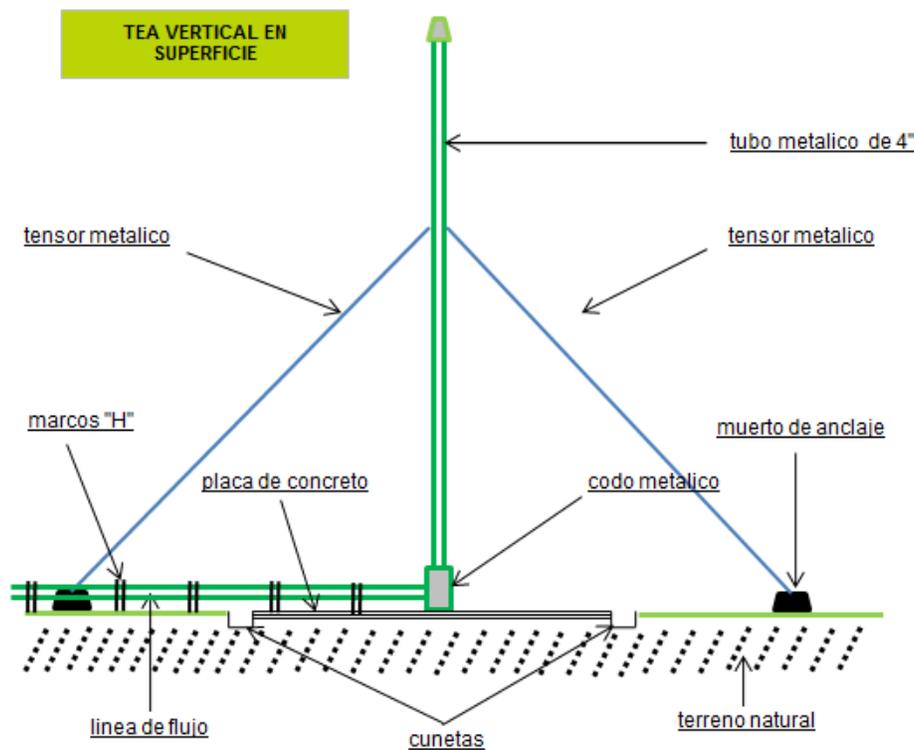
**Tea Vertical en Superficie:** El dique de contención debe tener como mínimo 9,0m X 9,0m. A este punto llega el ducto del dique de contención desde los contrapozos. La construcción de la Tea con tubería de 2" a 4". El piso del dique de contención se construirá en material de afirmado, rodeado por cunetas para aguas aceitosas, del mismo tipo de las utilizadas en el confinamiento de las áreas de equipos, las cunetas entregarán a una trampa de aguas aceitosas (Skimmer), donde se realizará el respectivo control en caso de manchas o derrames.

Debe estar distante de las piscinas de corte (para evitar que en caso de un influjo de gas el fuego se extienda hasta las piscinas). En lo posible debe ubicarse a una distancia de por lo menos 80 m de los contrapozos, teniendo en cuenta que las áreas de las Localizaciones no lo permite, su ubicación debe realizarse de manera conjunta con un delegado del taladro. La Tea debe estar por dentro del área del cerramiento de la Localización y debe contar con un cerramiento en tejas de zinc o mampara.

Para el anclaje de la Tea se deben implementar vientos o estructuras que aferren la tubería en caso de un evento. La altura de la Tea se define según los parámetros estipulados en el protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

Se recomienda utilizar el sistema de Tea Vertical con Dique de contención, porque adicional al control de las emisiones, se implementará un sistema para control de contingencias frente a una posible contaminación por hidrocarburos.

La ubicación y descripción precisa de las plataformas y facilidades tempranas de producción se definirán en los PMA de los pozos exploratorios para las actividades proyectadas, de acuerdo con la zonificación del manejo ambiental presentado en el EIA (**Figura 2-67**).



**Figura 2-67 Tipo de tea vertical en superficie**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

**Quemador Horizontal Portátil:** Así mismo se contempla el uso de quemadores horizontales portátiles en caso de requerirse.

#### 2.3.2.6.12 Adecuación de ZODAR

La disposición de aguas industriales tratadas y generadas de los procesos dewatering durante la perforación de pozos en el **APE LLANOS 8**, podrá realizarse mediante un sistema de riego por

aspersión sobre un área cerca de la locación, la cual se definirá previamente y se especificará junto al diseño de cada locación. Dicho sector se seleccionará de acuerdo al grado de infiltración de los materiales. De acuerdo a los volúmenes estimados de agua residual tratada, será necesario contar con 3 zonas adicionales para disposición de aguas residuales (ZODAR) de hasta 4 Ha cada una diferentes a las que se encuentran dentro de las localizaciones). Estas áreas adicionales, se conforman por la posibilidad de no poder contar con un área para estas actividades dentro de las localizaciones o porque las áreas dispuestas dentro de las localizaciones no son suficientes para la disposición de los materiales sobrantes de excavación y de las aguas residuales tratadas.

Para el área de perforación exploratoria Llanos 8 se solicita permiso de vertimiento de aguas residuales de origen industrial y/o doméstico sobre el suelo, después del proceso de tratamiento y dando cumplimiento con los parámetros del Artículo 72 del Decreto 1594/84 o la norma que lo modifique (Decreto 3930 de 2010 y su Resolución aprobatoria), en las unidades cartográficas de suelos Consociación El Letrero (ELa), Consociación Casanare Alto (CAa), Consociación Caño del Medio (CMa), Complejo Aguas Claras (ACa) y Complejo Los Iguanitos (Lla). (Ver Mapa CO\_L\_SUE\_20140424\_07 – Suelos), mediante el sistema de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR). Es así que se evalúa la capacidad de asimilación de los suelos (unidad cartográfica de suelos), las zonas de disposición de aguas residuales (en adelante ZODAR), la descripción de los suelos con fines de vertimiento (áreas de disposición) con los respectivos perfiles modales (caracterización fisicoquímica y biológica del área de disposición), los diseños de los sistemas de riego para las unidades de suelos aptas para vertimientos de aguas residuales tratadas, y la evaluación del riesgo de contaminación de acuíferos con el método cuantitativo (Modelo HYDRUS 1D) y el método cualitativo (método GOD). De acuerdo con lo anterior, el número de ZODAR solicitado se describen en la **Tabla 2-63**.

**Tabla 2-63 Número de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR) mediante campos de aspersión en el área de perforación exploratoria BERILO LLA-38**

COMPONENTE	NUMERO DE ZODAR	ÁREA DE LOS ZODAR [ha]
ZODAR dentro o anexas a las plataformas multipozos	10	2
ZODAR centralizado	3	4

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014*

La unidad cartográfica de suelo es uno de los parámetros más importantes para definir la ubicación del ZODAR, de igual forma el diseño del mismo y establecer el régimen de operación. Para ello se debe tomar como base el Mapa de suelos del **APE BERILO LLA-38** (CO\_L\_SUE\_20140424\_07), por esta razón se realizó diseños de riego tipo para cada unidad cartográfica de suelo apta para realizar esta actividad, utilizando el concepto de Perfil modal por unidad de suelo, entendiendo este como el perfil que tiene en general la mayoría de las características físico-químicas de la unidad y por consiguiente es el que mejor la representa. De acuerdo con el perfil modal por unidad de suelo, las necesidades de vertimiento (entendido éstas como el caudal y el volumen total a verter) y con la aptitud del suelo para recibir estas recargas hídricas, sin que ellas generen contaminación del acuífero asociado, anegamientos o escorrentía superficial que desencadene procesos erosivos. La definición de las aptitudes de los suelos para recibir estas recargas hídricas generadas por riego se desarrolla en el siguiente numeral.

➤ **Descripción de los suelos con fines de vertimiento de las aguas residuales tratadas**

La descripción de los suelos como fuentes receptoras de vertimientos de aguas residuales tratadas, se hace de acuerdo con la descripción de las unidades cartográficas de suelos (Capítulo 3 numeral 3.2.3.1) y el uso potencial o la clasificación de tierras por capacidad de uso (Capítulo 3, numeral 3.2.3.2). En la **Tabla 2-64**, se presenta la actitud de las unidades cartográficas de suelos para la implementación de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR), sin que sufran degradación por esta actividad.

Tabla 2-64 Actitud de las unidades cartográficas de suelos para la implementación de Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR)

AMBIENTE MORFO-GENÉTICO DEL PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	FORMA DEL TERRENO	MATERIAL PARENTAL	UNIDAD TAXONÓMICA DE SUELOS		UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS		ÁREA AID [ha]	ÁREA [%]	PERFIL MODAL	CLASE / SUBCLASE AGROLÓGICA	APTITUD DELAS UNIDADES DE SUELOS COMO FUENTES RECEPTORAS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
				TAXONOMÍA	CARACTERÍSTICAS	NOMBRE DE LA UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD					
Planicie Aluvial	Superficie de explayamiento	Manto de explayamiento	Arena algo limosa con rastros de arcilla	Typic Plinthustults, Familia Franca gruesa, Isohipertérmica	Estos suelos son moderadamente superficiales, moderadamente bien drenados y con régimen de humedad ústico.	Consociación El Letrero	ELa	7902,88	9,768	VER_1	III hs	Apta
	Vega o plano de inundación	Vega baja, playones o islotes y meandros abandonados	Limo Arenoso con trazas de arcilla	Typic Udipsamments, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica	Estos suelos son profundos, con drenaje natural bueno y con régimen de humedad ústico. Estos suelos están afectados por inundaciones erosión hídrica fluvial, de tipo laminar, y de grado moderado.	Complejo Rio Casanare	RCbi2	1498,86	1,853	CAR_3	VII eh	No apta
		Diques naturales y albardones difluentes	Limo algo areno arcilloso	Oxyaquic Ustorthents, Familia Franca fina, Isohipertérmica	Estos suelos son superficiales, moderadamente drenados y con régimen de humedad ústico	Consociación Casanare Alto	CAa	777,69	0,961	VER_6	IV s	Apta
Planicie Fluvio Lacustre	Vallecitos			Typic Ustorthents, Familia Franca, Isohipertérmica	Estos suelos son superficiales, con drenaje natural moderado y con régimen de humedad ústico.	Consociación Caño del Medio	CMa	2222,89	2,748	VER_5	IV s	Apta
		Vegas y meandros abandonados	Arena algo limosa con rastros de arcilla	Plinthic Umbraquults, Familia Franca gruesa, Isohipertérmica	Suelos superficiales, limitados por arcillas compactadas; drenaje moderado, con régimen de humedad Acuíco	Complejo Tranquilandia	TQai2	5736,75	7,091	CAR_8	VII eh	No apta
	Plano de desborde y decantación	Unidad constituida por napas, Ejes de explayamiento y en menor proporción cubetas	Arena Limosa con trazas de Arcilla	Typic Plinthustults, Familia Franca, Isohipertérmica	Estos suelos son moderadamente superficiales, limitados por el drenaje natural, moderadamente drenados y con régimen de humedad ústico en las napas y ejes de explayamiento y acuíco en las pequeñas cubetas presentes.	Complejo Aguas Claras	ACa	31010,46	38,330	VER_3	IV s	Apta
Planicie Fluvio Lacustre	Plano de desborde y decantación	Unidad constituida por Cubetas, Bajos, y Ejes de explayamiento	Arena Algo Limo Arcillosa	Typic Ustorthents, Familia Franca, Isohipertérmica	Estos suelos son moderadamente superficiales, limitados por el drenaje natural, moderadamente drenados y con régimen de humedad acuíco en las cubetas presentes y ústico en los ejes de explayamiento.	Complejo Los Iguanitos	Lla	17558,3	21,703	VER_4	IV s	Apta
		Cubeta de decantación, desborde y esteros	Arcilla Limosa con rastros de arena	Typic Plinthaquults, Familia Limosa Fina, Isohipertérmica.	Estos suelos son superficiales, limitados por drenaje natural, moderadamente drenados, reacción muy fuertemente ácida y con un régimen de humedad ácuico	Consociación Caño Colorado	CCia	9792,54	12,104	Ca_3_CAR MMA	VII h	No apta
		Bajos	Arena con rastros de limo Arcillosos	Aquic Udipsamments, Familia Arenosa, Isohipertérmica	Estos suelos son superficiales, limitados por niveles freáticos fluctuantes, imperfectamente drenados y con régimen de humedad ácuico	Consociación Raudal	RAai	4402,62	5,442	CAR_2	VII h	No apta

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.

De acuerdo con lo anterior, las unidades cartográficas de suelo Consociación El Letrero (ELa), Consociación Casanare Alto (CAa) y Consociación Caño del Medio (CMA), no tienen restricciones para ser utilizadas en la implantación de ZODAR, debido a las características físico-químicas (Capítulo 4), sin embargo las unidades cartográficas de suelo Complejo Aguas Claras (ACa) y Complejo Los Iguanitos (Lla), pueden ser usadas para la implementación de ZODAR, siempre y cuando se realicen en las partes no inundables de la unidad, ósea en las napas y ejes de explayamiento, no en las cubetas; en las clases agrológicas IIIhs y IVs, con uso recomendado ganadería y/o agricultura, siendo estos usos compatibles con los ZODAR, por tanto no presentan limitaciones para la implantación de ZODAR. Se debe aclarar que en las unidades cartográficas Complejo Aguas Claras (ACa) y Complejo Los Iguanitos (Lla), tienen incluidas cubetas de decantación y de desborde no cartografiales para la escala del estudio, por este motivo en estas unidades se debe tener cuidado de establecer los ZODAR en las napas o ejes de explayamiento y no en las cubetas encharcables.

Los suelos de las unidades cartográficas de suelos Consociación Rio Casanare (RCbi2), Grupo indiferenciado Tranquilandia (TQai2) ubicada en la planicie aluvial y planicie fluvio lacustre (con formas del terreno de vegas asociadas a las corrientes hídricas) y Consociación Caño Colorado (CCia) y Consociación Raudal (RAai) ubicada en la planicie fluvio lacustre (con tipos de relieve asociados a las cubetas de desborde y decantación y desborde y bajos, son susceptibles a procesos de encharcamientos e inundaciones, con clase agrológica VIIeh y VIIh, y con uso del suelo recomendado forestal de tipo protector y Conservación del recursos hídricos, de acuerdo con las limitaciones de estas unidades cartográficas de suelos no se recomienda la implantación de ZODAR (Capítulo 3, numeral 3.2.3 suelos).

Finalmente, el 73.51% del área de influencia directa del proyecto de perforación exploratoria Llanos 8, son aptas para uso en Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR) mediante campos de aspersión, para cada una de estas unidades cartográficas de suelos se realizará un diseño de sistema de riego tipo tomando los reportes de laboratorio (Anexo G-2) de los perfiles modales y los resultados de las pruebas de infiltración (Anexo Q-2) de la unidades cartográficas de suelos aptas para ZODAR.

#### ➤ Área cubierta por los sistemas de riego

Las áreas requeridas de acuerdo con la distribución de los aspersores para cada unidad de suelo apta para implementar riego por aspersión, se pueden ver en la **Tabla 2-65**.

**Tabla 2-65 ZODAR tipo para cada unidad cartográfica de los suelos para vertimiento**

Unidades cartográficas de suelo	Longitud [m]	Ancho [m]	Área [ha]
Consociación El Letrero –ELa (VER_1)	111	91	1
Consociación Casanare Alto – CAa (VER_6)	111	91	1
Consociación Caño del Medio – CMA (VER_5)	111	91	1
Complejo Aguas Claras – ACa (VER_3)	126	81	1
Complejo Los Iguanitos – Lla (VER_4)	111	91	1

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.

#### ➤ Emisores

La distribución propiamente del agua sobre la zona de riego estará a cargo de los aspersores, dispuestos de tal manera que se consiga la mejor uniformidad en la distribución del riego dentro del área. Los aspersores escogidos para este diseño son modelo 5022 SD de boquilla roja de 3.0 mm marca NAANDANJAIN o cualquier aspersor que lo supla que tenga las características presentadas en la **Tabla 2-65**.

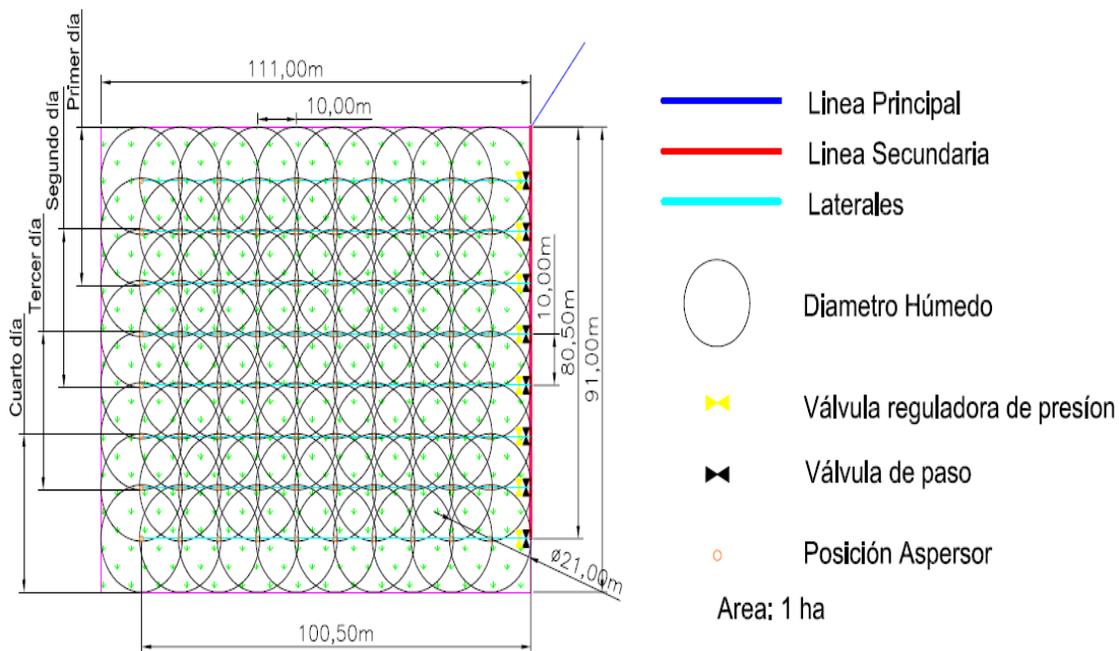
➤ **Distribución espacial y operación de los laterales de riego para cada unidad cartográfica de suelos apta para vertimientos**

A continuación se presenta la distribución espacial y operacional de los laterales de riego para cada unidad de suelos apta para vertimiento de aguas residuales tratadas:

- ✓ Unidades cartográficas de suelo Consociaciones El Letrero (ELa), Casanare Alto (CAa) y Caño del Medio (CMA)

Para las tres unidades el sistema está compuesto por 80 aspersores que configuran 8 laterales paralelas o posiciones de riego separadas entre sí 10 m. Diariamente dos (2) laterales de riego deben ser puestas en funcionamiento una a la vez, secuencialmente durante 4.9 horas en forma cíclica a lo largo del tiempo en que requiera hacer la disposición hasta completar una jornada de riego de 9.8 horas, de manera que cada posición de riego vuelva a regarse nuevamente transcurridos 4 días. Tal operación efectuará una descarga de 1.58 lps, para una disposición de 56.28 m<sup>3</sup> por día de riego.

En la **Figura 2-68**, puede apreciarse la distribución de las diferentes posiciones de los aspersores dentro del área a regar, con las respectivas tuberías de conducción.



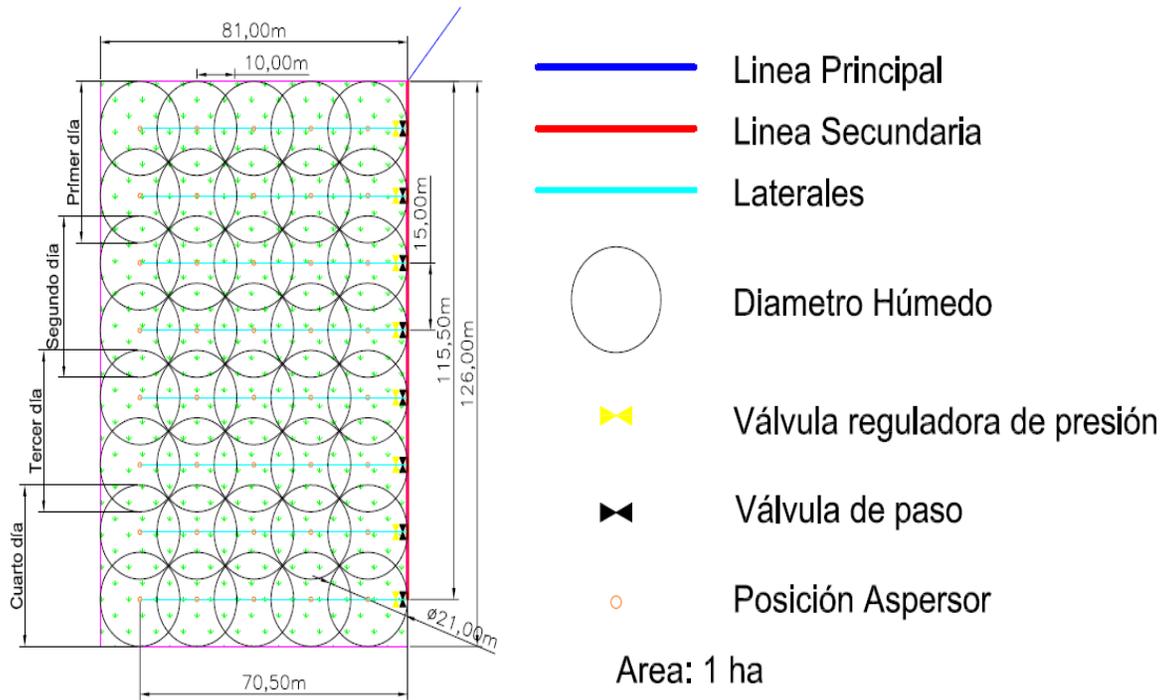
**Figura 2-68 Sistema de riego tipo para las unidades cartográficas de suelo consociaciones El Letrero (ELa), Casanare Alto (CAa) y Caño del Medio (CMA)**

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

- ✓ Unidad cartográfica de suelos Complejo Aguas Claras (ACa)

El sistema está compuesto por 40 aspersores que configuran 8 laterales paralelas o posiciones de riego separadas entre sí 15 m. Diariamente dos (2) laterales de riego deben ser puestas en funcionamiento simultáneamente, durante 11.1 horas en forma cíclica a lo largo del tiempo en que requiera hacer la disposición, en este caso la jornada de riego será de 11.1 horas, de manera que cada posición de riego vuelva a regarse nuevamente transcurridos 4 días. Tal operación efectuará una descarga de 1.58 lps, para una disposición de 63.32 m<sup>3</sup> por día de riego.

En la **Figura 2-69**, puede apreciarse la distribución de las diferentes posiciones de los aspersores dentro del área a regar, con las respectivas tuberías de conducción.



**Figura 2-69 Sistema de riego tipo para la unidad cartográfica de suelo Complejo Aguas Claras (ACa)**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.*

✓ Unidad cartográfica de suelos Complejo Los Iguanitos (Lla)

El sistema está compuesto por 8 aspersores que configuran 10 laterales paralelas o posiciones de riego separadas entre sí 10 m. Diariamente dos (2) laterales de riego deben ser puestas en funcionamiento una a la vez, secuencialmente durante 6.2 horas en forma cíclica a lo largo del tiempo en que requiera hacer la disposición hasta completar la jornada de riego de 12.4 horas, de manera que cada posición de riego vuelva a regarse nuevamente transcurridos 6 días. Tal operación efectuará una descarga de 1.26 lps, para una disposición de 56.28 m<sup>3</sup> por día de riego.

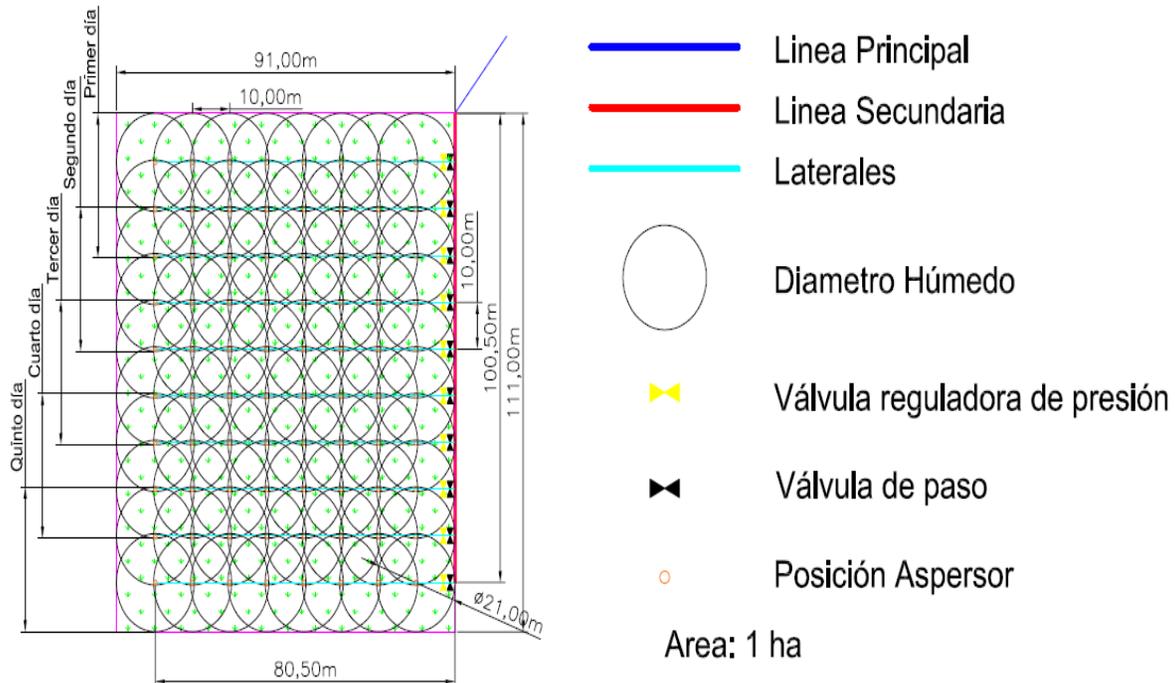
En la **Figura 2-70**, puede apreciarse la distribución de las diferentes posiciones de los aspersores dentro del área a regar, con las respectivas tuberías de conducción.

➤ **Tubería de conducción y distribución**

**Unidades cartográficas de suelo Consociaciones El Letrero (ELa), Casanare Alto (CAa) y Caño del Medio (CMA)**

Para la zona de riego, se requiere de una tubería de conducción o línea principal, la cual se localiza entre la motobomba ubicada junto a la piscina de almacenamiento de aguas tratadas y el área propiamente determinada como zona de riego, con un diámetro de 2" de PVC, con un RDE 21. La tubería de distribución se compondrá por la línea secundaria y las líneas laterales, ambas de 2" de diámetro en los dos casos con RDE 21 y de PVC. Para una adecuada operación de los aspersores

al inicio de las laterales se deben colocar válvulas de paso y válvulas reguladoras de presión de 35 psi.



**Figura 2-70 Sistema de riego tipo para la unidad cartográfica de suelos Complejo Los Iguanitos (Lla)**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.*

### **Unidad cartográfica de suelos Complejo Aguas Claras (ACa)**

Para la zona de riego, se requiere de una tubería de conducción o línea principal, la cual se localiza entre la motobomba ubicada junto a la piscina de almacenamiento de aguas tratadas y el área propiamente determinada como zona de riego, con un diámetro de 1" de PVC, con un RDE 21. La tubería de distribución se compondrá por la línea secundaria y las líneas laterales, ambas de 1" de diámetro en los dos casos con RDE 21 y de PVC. Para una adecuada operación de los aspersores al inicio de las laterales se deben colocar válvulas de paso y válvulas reguladoras de presión de 35 psi.

### **Unidad cartográfica de suelos Complejo Los Iguanitos (Lla)**

Para la zona de riego, se requiere de una tubería de conducción o línea principal, la cual se localiza entre la motobomba ubicada junto a la piscina de almacenamiento de aguas tratadas y el área propiamente determinada como zona de riego, con un diámetro de 1" de PVC, con un RDE 21. La tubería de distribución se compondrá por la línea secundaria y las líneas laterales, la primera de 1" y las laterales de 3/4" de diámetro en los dos casos con RDE 21 y de PVC. Para una adecuada operación de los aspersores al inicio de las laterales se deben colocar válvulas de paso y válvulas reguladoras de presión de 35 psi.

#### **➤ ZODAR's Centralizados**

Como en los ZODAR que se localizan dentro o anexas a las plataformas multipozos no se alcanzara a verter el caudal resultante de las aguas residuales tratadas que salen de cada

plataforma que es de 2.7 l/s, se pretende construir tres ZODAR's centralizados localizados estratégicamente en las unidades aptas para verter el caudal excedente que sale de las plataformas dentro del **APE LLANOS 8**. Cada ZODAR tendrá un área de cuatro hectáreas, por lo que el caudal depositado se incrementara en cada unidad de suelo, sin embargo estas ZODAR centralizadas tendrán las mismas características operativas de las ZODAR localizadas dentro de las plataformas multipozos, por lo que la lámina de riego aplicada en ellas no cambiara ni tampoco el movimiento del agua en el suelo. Las características de las ZODAR centralizadas dependiendo la unidad de suelo en que se localicen se muestra en la **Tabla 2-66**.

**Tabla 2-66 Parámetros de los sistemas de riego para las ZODAR centralizadas**

Ubicación/Características	Proyecto de Perforación Exploratoria LLANOS 8				
Unidad Cartográfica de suelo	Consociación El Letrero (ELa)	Consociación Casanare Alto (CAa)	Consociación Caño del Medio (C'Ma)	Complejo Aguas Claras (ACa)	Complejo Los Iguanitos (LIa)
Perfil Modal	VER_1	VER_6	VER_5	VER_3	VER_4
Profundidad radicular [cm]	25	25	25	25	25
Criterio de riego [%]	40	40	40	40	40
Lámina neta de riego [mm]	19.19	19.19	19.19	19.19	23.98
Lámina bruta de riego [mm]	28.14	28.14	28.14	28.14	35.18
Modelo aspersor	NaanDanJain 5022 SD de Boquilla roja de 3,0 mm				
Caudal aspersor [m3/hr]	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Presión de operación [bar]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Intensidad pluviométrica emisor [mm/h]	5.7	5.7	5.7	2.5	5.7
Diámetro de Humedecimiento [m]	21	21	21	21	21
Espaciamiento entre aspersores [m]	10	10	10	15	10
Espaciamiento entre líneas [m]	10	10	10	15	10
Número de aspersores por línea	22	22	22	14	18
Número total de líneas de riego en el área	16	16	16	12	20
Número de líneas por día	4	4	4	3	4
Laterales simultaneas en funcionamiento	2	2	2	3	2
Tiempo de riego por turno [h]	4.9	4.9	4.9	11.1	6.2
Frecuencia de riego [días]	4	4	4	4	5
Duración de jornada de riego [h]	9.8	9.8	9.8	11.1	12.4
Caudal máximo que se podría disponer durante la jornada de riego sin causar afectación [lps]	6,96	6,96	6,96	6,65	5,7
Caudal que se pretende disponer en el ZODAR [lps]	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Área de aspersión rectangular [ha]	4	4	4	4	4

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

### ➤ Componentes y características de los sistemas de riego

El sistema de riego por aspersión consta de las siguientes partes esenciales:

- **Motobomba de impulsión:** de tipo centrífugo, impulsada por motor diesel o eléctrico. A la salida de la motobomba se debe colocar una válvula tipo cheque para evitar daños en esta.
- **Succión:** se utilizará una manguera de una longitud aproximada de 7 m y del mismo diámetro de la tubería de conducción para cada caso, acompañada de una válvula de pie.

- **Manómetro, Filtro, válvulas y accesorios:** a lo largo del sistema se emplearan dispositivos para controlar y hacer más eficiente el funcionamiento del sistema. El manómetro es un dispositivo requerido para verificar la presión de operación del sistema. En el caso de las válvulas, se emplean, las válvulas ya nombradas anteriormente, además se utilizaran válvulas de aire o ventosas, de purga y de paso a lo largo del sistema donde se requiera. Para prevenir el taponamiento de los aspersores y garantizar su correcto funcionamiento se hace necesaria la utilización de un filtro de mallas o anillos colocado sobre la tubería después de la bomba. Se requiere también, ubicar tapones removibles al final de las líneas laterales para permitir la limpieza del sistema. Por otro lado, la distribución de flujo de agua a las diferentes secciones del sistema conlleva la utilización de accesorios como codos, tés y acoples.
- ✓ Consideraciones generales de manejo del equipo de bombeo

La eficiencia del sistema de bombeo tiene un efecto importante sobre el costo de la energía consumida. Se recomienda determinar la eficiencia del sistema de bombeo periódicamente. El proveedor del equipo se encargará de esta actividad.

Al encendido de la bomba se recomienda:

- Verificar el nivel de la piscina para garantizar la succión del equipo de bombeo. La profundidad óptima de bombeo entre la válvula de pie, el fondo de la piscina y el espejo de agua se confirmará con el proveedor del equipo.
- Si el nivel es demasiado bajo, es posible que la bomba succione barro del fondo de la piscina y obstruya los aspersores y/o los filtros del equipo. Bajo esta condición también se puede presentar el fenómeno de cavitación.
- Se mantendrá el sitio de succión de las bombas lo más profundo posible y libre de basuras para evitar que se descargue la succión.
- Las bombas siempre estarán cebadas (Lleno de agua el tubo de succión). En caso contrario proceda a su llenado eliminando las bolsas de aire del interior.
- Verificar que ningún accesorio del equipo esté abierto o desarmado (válvulas, tapas de filtros, tapones de lavado, entre otros.) antes del encendido.
- Revisar que la válvula de paso del sector a regar se encuentre abierta, y que los aspersores estén debidamente instalados.

Durante la operación del equipo una vez encendida la bomba:

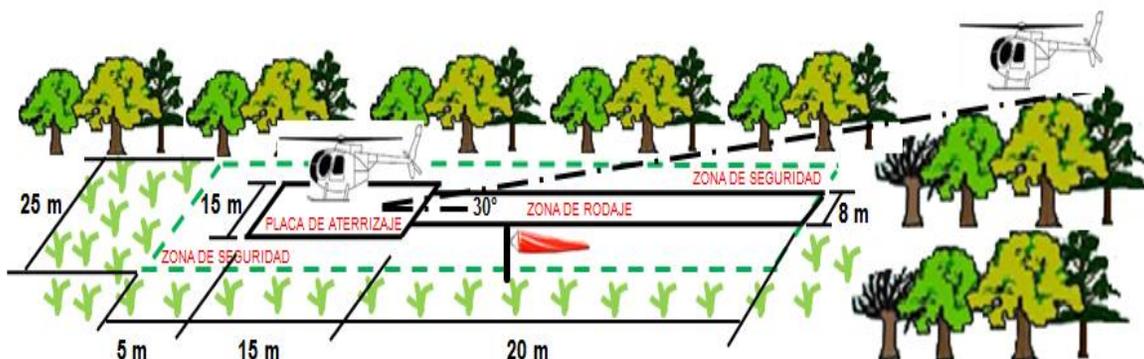
- Verificar que la presión que genera la bomba aguas arriba alcance el nivel deseado. Si la presión es baja, el funcionamiento de todo el equipo de riego se perturba, y se pueden generar daños en el interior de la bomba.
- Cuando las tuberías están llenas y la presión baja persiste, es posible que existan elementos en la succión o problemas en la bomba que impidan su correcta operación.
- Una baja presión, también puede ser causada por una fuga en la tubería o en una válvula de aire, luego se hace necesario revisar la operación del sector de riego.
- Si por el contrario se registra una presión alta, es posible que se presente algún problema como que una válvula no abre correctamente, se hace necesario proceder a su revisión en campo; esto también se puede presentar por obstrucción dentro de las tuberías por elementos extraños.

Si mientras el sistema de riego está operando se presentan aumentos del nivel freático hasta llegar a la superficie (Saturación del suelo) se deberá detener inmediatamente la disposición de agua residual hasta que la tabla de agua disminuya.

#### 2.3.2.6.13 Helipuertos

Dentro de las Localizaciones es indispensable dejar un área de 0.1 Ha destinada para el aterrizaje de los helicópteros, no solo para el transporte de personal de Ecopetrol S.A., sino para una eventual emergencia como medio de evacuación.

Corresponderá a un terraplén a nivel circundante a este, en cuya corona se construirá una placa de 15 metros de ancho por 15 metros de largo en concreto reforzado de 2.500 P.S.I, con un área de 0,01 ha aproximadamente, donde se tendrá las zonas de seguridad, placa de aterrizaje y corredor de aterrizaje (**Figura 2-71**); además se tendrá en cuenta la dirección de los vientos para definir la posición de la misma.



**Figura 2-71 Distribución típica de la zona de aterrizaje**

Fuente: FAA-150/5390-2 – OACI – COOPER CROUSE HINDS IH-10/1 – modificado por Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

Si el área de facilidades de producción no se encuentra anexa u otra área de interés en ninguna de las localizaciones proyectadas, se dispondrá un área dentro de estas para la construcción del helipuerto, que facilite la movilización del personal desde y hasta dicha área.

Las dimensiones y otros datos afines de los helipuertos establecidos en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil - UAEAC, según corresponda, en relación con cada una de las instalaciones que se proporcionen en un helipuerto, los siguientes datos<sup>2</sup>:

- Tipo de helipuerto – de superficie.
- Área de toma de contacto y de elevación inicial – dimensiones redondeadas al metro o pie más próximo, pendiente, tipo de la superficie, resistencia del pavimento en toneladas (1.000 Kg),
- Área de aproximación final y de despegue – tipo de FATO (Final Approach and Take-Off área), marcación verdadera redondeada a centésimas de grado, número de designación (cuando corresponda), longitud, anchura redondeada al metro o pie más próximo, pendiente, tipo de la superficie,

<sup>2</sup> Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – Oficina de Transporte Aéreo – Grupo de Normas Aeronáuticas, Reglamentos Aeronáuticos de Colombia pagina 174 numeral 14.4.2.4.1.

- d) Área de seguridad – longitud, anchura y tipo de la superficie,
- e) Calle de rodaje en tierra para helicópteros y ruta de desplazamiento aéreo – designación, anchura, tipo de la superficie,
- f) Plataformas – tipo de la superficie, puestos de estacionamiento de helicópteros,
- g) Zona libre de obstáculos – longitud, perfil del terreno,
- h) Ayudas visuales para procedimientos de aproximación; señales, FATO (Final Approach and Take-Off área) y TLOF (Touchdown and Lift-Off área),
- i) Distancias redondeadas al metro o pie más próximo, con relación a los extremos de las TLOF o FATO correspondientes, de los elementos del localizador y la trayectoria de planeo que integran el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS).

➤ **Características físicas – helipuertos de superficie**

Las especificaciones siguientes se refieren a los helipuertos terrestres de superficie donde la FATO (Final Approach and Take-Off área) puede estar en tierra, serán:

- a) En helipuertos previstos para helicópteros de clase de performance 1, según lo prescrito en el Manual de Vuelo de Helicópteros, salvo que, a falta de especificaciones respecto a la anchura ésta no será inferior a 1.5 veces la longitud/anchura total del helicóptero más largo/más ancho para el cual esté previsto el helipuerto,
- b) En helipuertos previstos para helicópteros de clases de performance 2 y 3, de amplitud y forma tales que comprendan una superficie dentro de la cual pueda trazarse un círculo de diámetro no inferior a 1 veces la longitud/ anchura total del helicóptero más largo/más ancho (sea cual fuere la mayor dimensión) para el cual esté previsto el helipuerto.

La pendiente total en cualquier dirección de la superficie de la FATO no excederá del 3%, la superficie de la FATO será resistente a los efectos de la corriente descendente del rotor, estará libre de irregularidades que puedan afectar adversamente el despegue o el aterrizaje de los helicópteros, tendrá resistencia suficiente para permitir el despegue interrumpido de helicópteros de clase de performance 1.

Las áreas de toma de contacto y de elevación inicial en los helipuertos, se proporcionará por lo menos un área que podrá estar o no emplazada dentro de la FATO. El área de toma de contacto y de elevación inicial (TLOF) será de tal extensión que comprenda un círculo cuyo diámetro sea 1.5 veces la longitud o la anchura del tren de aterrizaje, de ambos valores el mayor, del helicóptero más grande para el cual esté prevista el área.

El área de seguridad que circunde una FATO, prevista para ser utilizada en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), se extenderá hacia afuera de la periferia de la FATO hasta una distancia de por lo menos 3m o 0.25 veces la longitud/anchura total (sea cual fuere la mayor dimensión) del helicóptero más largo/más ancho para el cual esté prevista el área.

El área de seguridad que circunde una FATO prevista para operaciones de helicópteros en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC), se extenderá:

- a) Lateralmente hasta una distancia de por lo menos 45 m a cada lado del eje; y
- b) Longitudinalmente hasta una distancia de por lo menos 60 m más allá de los extremos de la FATO.

Las calles de rodaje en tierra para helicópteros están previstas para permitir el rodaje en superficie de los helicópteros por su propia fuerza motriz. Las especificaciones relativas a las calles de rodaje, márgenes de calles de rodaje y fajas de calle de rodaje que se aplican igualmente a los helicópteros.

La anchura de las calles de rodaje en tierra para helicópteros (si el caso lo requiere) no será inferior a los siguientes valores (**Tabla 2-67**).

**Tabla 2-67 Anchura de las calles de rodaje en tierra para helicópteros (si el caso lo requiere)**

ENVERGADURA DEL TREN PRINCIPAL DEL HELICÓPTERO	ANCHURA DE CALLE DE RODAJE EN TIERRA PARA HELICÓPTEROS
Hasta 4.5 m - exclusive	7.5 m
De 4.5 m a 6 m - exclusive	10.5 m
De 6 m a 10 m - exclusive	15.0 m
De 10 m y más	20.0 m

Fuente: FAA-150/5390-2 – OACI – COOPER CROUSE HINDS IH-10/1

Las instalaciones mínimas de un helipuerto deben incluir los siguientes aspectos:

- Un área de toma de contacto y de elevación inicial denominada como **TLOF** (Touchdown and Lift-Off área).
- Un área de aproximación final y de despegue denominada **FATO** (Final Approach and Take-Off área).
- Un área perimetral.
- Una o más trayectorias de aproximación y despegue.
- Un cono de viento

Las dimensiones básicas, (**Figura 2-72**), recomendadas por la **FAA 150/5390-2** para el diseño de un Helipuerto son:

- Para la **FAA**, el **TLOF** debe ser de al menos una vez, la dimensión del rotor del Helicóptero. La **OACI** considera un círculo cuyo diámetro sea 0.83 veces la mayor dimensión del Helicóptero más grande para el cual esté prevista el área.
- El **FATO** debe ser al menos 1.5 veces la mayor dimensión del Helicóptero. Para la **OACI** no será menor a una vez, la mayor dimensión del Helicóptero más grande.
- El área perimetral o de seguridad depende básicamente del marcado del Helipuerto y normalmente no debe ser menor a 6 m.

Donde:

**A:** Ancho Mínimo de la **TLOF – 1.0 RD.**

**B:** Longitud mínima de la **TLOF – 1.0 RD.**

**C:** Ancho mínimo de la **FATO – 1.5 OL.**

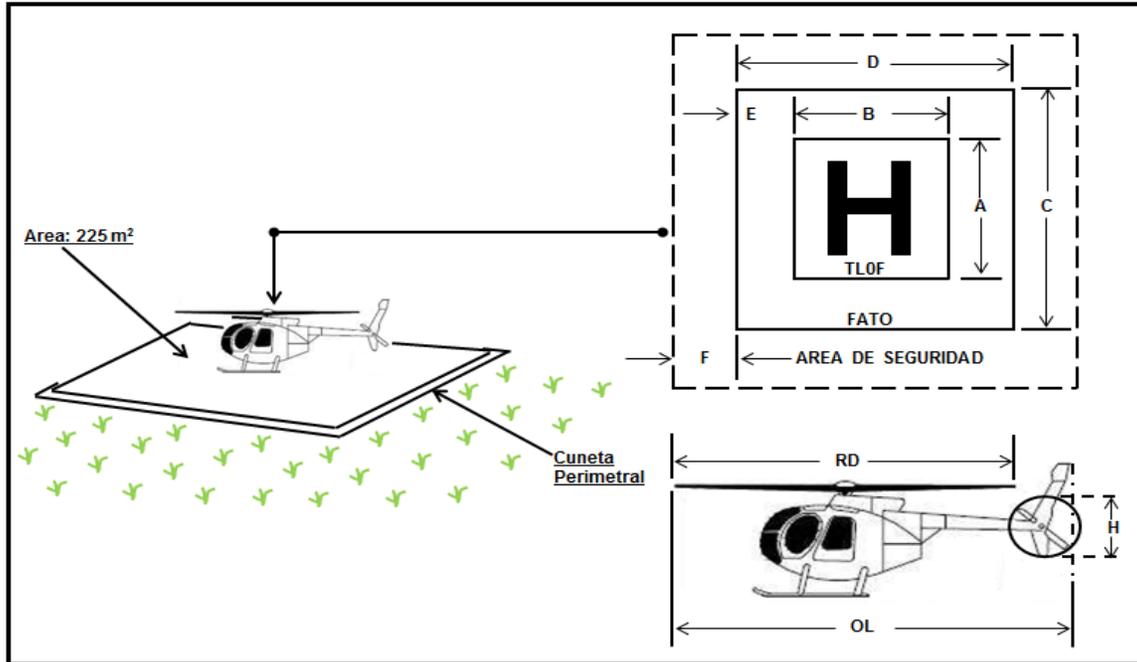
**D:** Longitud mínima de la **FATO – 1.5 OL.** (Ver párrafo 202b (2) para ajustes en elevación arriba de los 300m – **FAA 150/5390-2**).

**E:** Separación mínima entre el perímetro de la **TLOF** y el **FATO – (0.5 (1.5 OL – 1.0 RD))**.

**F:** Ancho del área de seguridad mínima – (Ver tabla 2-1 de la **FAA 150/5390-2**).

**RD:** Diámetro del Rotor del Helicóptero de Diseño.

**OL:** Longitud del Helicóptero de Diseño.



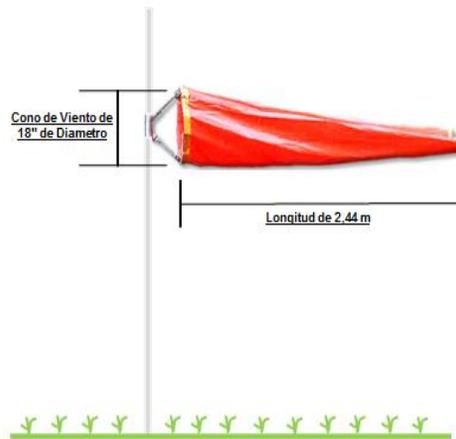
**Figura 2-72 Distribución típica de las áreas de conformación de un helipuerto**

Fuente: FAA-150/5390-2 – OACI – COOPER CROUSE HINDS IH-10/1 – modificado por Equipo de Trabajo Antea Group -2013

Las condiciones ambientales e incluida la ubicación (en campo), influyen en la definición de las ayudas visuales necesarias para una segura operación del Helipuerto. A mayor y mejor visibilidad y ayuda visual habrá más posibilidad de que el Helicóptero aterrice o despegue del Helipuerto.

➤ **Indicador de Viento (Cono de Viento)**

El cono de viento (**Figura 2-73**) debe se instala para proporcionar el piloto la dirección del viento e información de su velocidad en el Helipuerto.



**Figura 2-73 Cono de Viento Típico**

Fuente: FAA-150/5390-2 – OACI – COOPER CROUSE HINDS IH-10/1 – modificado por Equipo de Trabajo Antea Group -2013

Para una buena ubicación del cono de viento se recomienda):

- 1) El cono de viento debe ser localizado de tal manera que sea claramente visible para el piloto sobre la trayectoria de aproximación cuando el Helicóptero está a una distancia de 150 m de la **TLOF**.
- 2) El piloto debe también ver el Cono de Viento desde la **TLOF**.
- 3) Para impedir que se presente como una obstrucción peligrosa, el Cono de Viento debe localizarse fuera del área de seguridad y no debe penetrar la trayectoria de aproximación o las superficies de transición.
- 4) En muchos sitios de aterrizaje, puede no existir una zona ideal para colocar el Cono de Viento. En consecuencia, se puede requerir más de un Cono de Viento para proporcionar al piloto toda la información del viento necesaria para asegurar sus operaciones. Para operaciones nocturnas, el Cono de Viento debe ser iluminado externa e internamente para asegurar que es claramente visible.

#### 2.3.2.6.14 Transporte Heliportado

Los helicópteros serán utilizados para el transporte de equipos, personal y víveres, hacia las plataformas de perforación. Durante el transporte aéreo, habrá un impacto sobre las aves y fauna, por la ruta de vuelo establecida. Se recomienda alturas de vuelos razonables, superiores a los 1.000 pies.

Para el transporte de residuos sólidos se tendrán en cuenta lo siguiente:

- En la medida que la disponibilidad de helicópteros y que las condiciones climáticas lo permitan, se transportarán los residuos al sitio propuesto para su almacenamiento temporal desde la plataforma de perforación. Se realizará y se tendrá una copia del registro de salida de los residuos que será entregada al responsable de cada unidad de carga. En esta planilla se indicará el tipo de residuo a ser transportado, peso, número de bultos y nombre del transportista, además del nombre del supervisor responsable que realizó la verificación.
- Dependiendo del tipo de residuos, estos serán embalados para su transporte seguro en contenedores, parihuelas, cilindros, bolsas, sacos, entre otros, y deberán estar correctamente rotulados indicando su contenido.
- Para realizar el transporte de residuos peligrosos se deberá informar a la supervisión de seguridad inmediata, de manera que se evalúe el Análisis de Trabajo de Riesgo (ATR) y se obtenga el permiso de trabajo respectivo.
- El transporte de los residuos desde la Localización se realizará a través de una Empresa Prestadora de Servicios helicóptados, autorizada por Ecopetrol S.A.
- Los helicópteros serán sometidos a auditorías externas supervisadas por el contratista. El personal transportado mediante helicóptero debe recibir instrucciones (inducciones) de seguridad específicas por parte del personal adecuado. El piloto deberá conocer las condiciones meteorológicas y deberán llevar registros y control de las horas de vuelo. Se debe disponer de un canal de comunicación por radio exclusivo para ser utilizado por el piloto y su personal, para no interferir con otras operaciones y viceversa.
- Ninguna persona deberá encontrarse dentro del radio de 25 m del helicóptero cuando las hélices están rotando, a no ser que el trabajo requiera de su presencia en el área y se trate de personal autorizado y este haya sido reconocido por el piloto.
- Está prohibido hacer fuego abierto en áreas donde el flujo del rotor del helicóptero pueda esparcirlo.

Se deberá impartir información de seguridad a los pasajeros antes del despegue. Esta deberá incluir:

- Descripción general de la aeronave.
- Procedimientos para acceso y abandono de la aeronave.
- Ubicación de los implementos en caso de emergencia (extintores, hachas, tanques de oxígeno, salidas de emergencia, botiquín de primeros auxilios).
- A los pasajeros se les deberá entregar protectores auditivos e instruir acerca de su uso apropiado.
- Cuando se sobrevuelan áreas de grandes cuerpos de agua, se debe indicar a los pasajeros sobre los procedimientos para abandono de la aeronave en el agua.

El personal en tierra coordinará con el piloto del helicóptero el peso y volumen a transportarse, áreas asignadas para el enganche y desenganche de la carga y personal de apoyo asignado. Las aeronaves evitarán operar en condiciones de lluvia u otras condiciones meteorológicas que pongan en riesgo la seguridad de sus ocupantes y de la nave misma. Los equipos para el llenado de combustible a helicópteros, tales como bombas, mangueras, dispensadores, boquillas, motores, filtros, etc., deberán ser hechos de material anti-chispa y contar con dispositivos para disipación de corriente estática.

Todos los materiales peligrosos a transportarse deberán estar debidamente identificados con el nombre y el riesgo del material (inflamable, explosivo, tóxico, etc.) y estar adecuadamente empacados.

Para el transporte de combustibles por helicóptero se usarán contenedores adecuados, provistos de un sistema de manejo de electricidad estática. El piloto y/o su tripulación verificarán que el lugar donde se depositará la carga se encuentre libre de obstáculos en un radio de 50 m y exista una zona libre de despegue de 50 m x 25 m. Se deberá supervisar que las áreas de enganche y desenganche se encuentren libres de material. El personal en tierra contará con el debido equipo de protección personal, durante la descarga (traje, casco, guantes, lentes protectores de polvo).

Está prohibido el transporte de personal ajeno al proyecto. En caso de emergencia, se podría realizar el traslado mediante el procedimiento de HSE, previa autorización y coordinación entre Ecopetrol S.A., y el contratista. Se deberá evitar el sobrevuelo por comunidades. En caso necesario, se tendrá en cuenta además una distancia horizontal mínima de 1 km y una altitud de 1.000 pies (300 m) como mínimo.

#### 2.3.2.6.15 Zona de parqueaderos de vehículos

Se dispondrá un área para parqueo de carro-tanques y demás vehículos del proyecto que se utilicen para el transporte del crudo. El área estimada es de aproximadamente 0.4 ha que corresponde para el parqueo de aproximadamente 80 carro tanques. Como esta zona esta compartida con otros elementos como es el área de préstamo lateral de 0.5 ha y la zona de acopio de la cobertura vegetal o del material granular de construcción de 0.1 ha.

En el caso que no se llegase a utilizar las áreas (préstamo y zona de acopio), se podrá utilizar el área total cualquier de las tres áreas, como ejemplo: Parqueaderos de 1.4 ha o Préstamo Lateral de 1.4 ha o Zona de Acopio del Material Granular de Construcción y Cobertura Vegetal de 1.4 ha.

### 2.3.2.7 Evaporación mecánica

La evaporación mecánica es una tecnología de nebulización para el manejo de aguas residuales asociadas a la formación, entre ellas. Esta tecnología está siendo utilizada con éxito en países como Estados Unidos (Texas, California, Utah, Montana, Arizona, Alaska), Canadá, Kazajstán, Finlandia, Portugal, España, Malasia, México, Egipto, Australia.

A continuación se presentan las características de instalación y operación de la mencionada tecnología de evaporación mecánica:

#### 2.3.2.7.1 Descripción del proceso de Evaporación Mecánica:

La evaporación mecánica es producto del efecto de impacto mecánico que se ejerce sobre una masa de agua que fluye constantemente contra un alabe de un rotor que gira a muy alta velocidad.

Los equipos necesarios para realizar la actividad de evaporación mecánica, se ubicarán en las áreas de las localizaciones, por lo tanto no se requerirán áreas adicionales a las ya solicitadas.

El impacto que ocurre entre la masa de agua y el rotor es puramente plástico, lo cual tiene como consecuencia la atomización del agua en partículas de tamaño controlado. La aplicación de esta tecnología, consiste en realizar la aspersion atomizada del agua hacia la atmósfera circundante, mediante el uso de equipos de última tecnología denominados Evaporadores Mecánicos (**Fotografía 2-81**), logrando como consecuencia la aceleración en 14 veces de la evaporación natural del agua a temperatura ambiente.

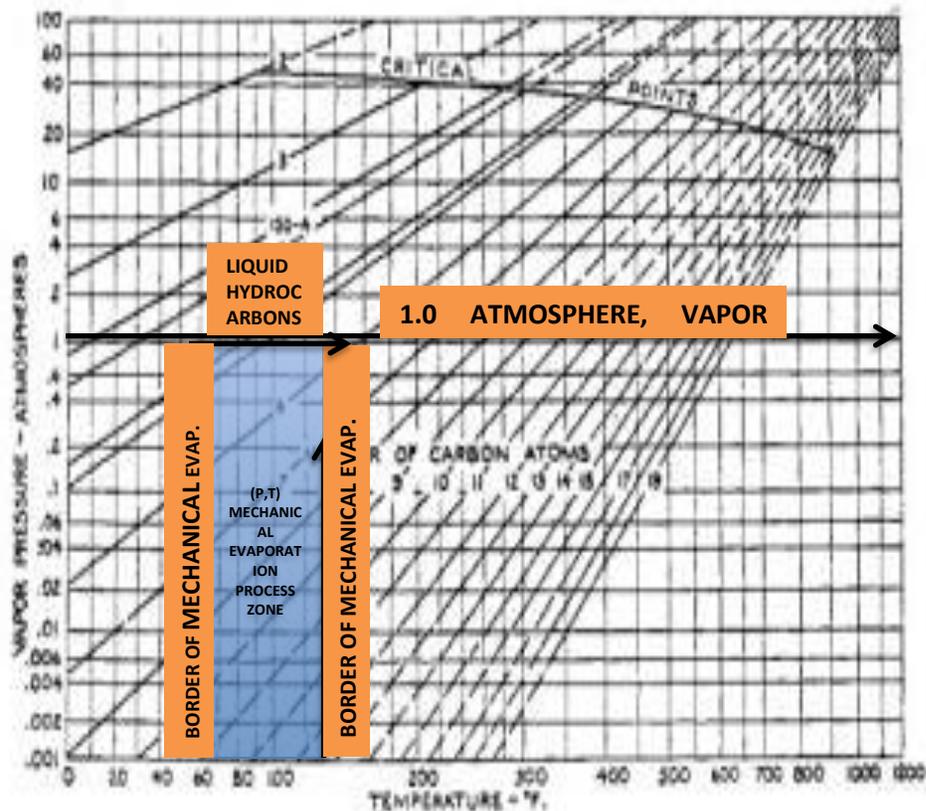


**Fotografía 2-81 Panorámica de la operación de una evaporación mecánica**

*Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013*

La evaporación mecánica se logra sin ningún tipo de calor aplicado en virtud de la capacidad del evaporador para atomizar el agua en millones de micro gotas (gotitas del tamaño controlado en micrones), mientras que colectivamente tienen la misma masa que la gota original, multiplican el área total de la superficie del agua por millones de veces, por ejemplo un galón de agua atomizado a un promedio de 150 micras, cubriría la extensión de un área de 90 metros por 100 metros. Dado que la evaporación natural ocurre cuando existe aire con déficit de humedad (<100%) y una superficie de agua expuesta para saturarlo, este proceso junto con otros factores como la temperatura y la velocidad del viento, promueve el intercambio del agua a disponer con una gran masa de aire seco, haciendo que a temperatura ambiente cambie su estado de líquido a vapor antes de caer a la superficie.

Por su parte, los contaminantes inmiscibles como los hidrocarburos que acompañan al agua se atomizan al mismo tamaño de partículas pero no se evaporan al mismo tiempo que el agua, ya que los hidrocarburos livianos se habrán separado previamente como resultado del proceso de evaporación y decantación en los tanques de proceso (facilidades de producción) y se han estabilizado a la temperatura y presiones de tratamiento. La **Figura 2-74** Muestra que a la temperatura y presión a la cual ocurre la aspersion natural, los hidrocarburos líquidos del C<sub>9</sub> en adelante, tienen presiones de vapor equilibrio por debajo de la presión atmosférica. Como consecuencia de ello, los hidrocarburos caerán de igual manera que los contaminantes inertes y los cristales de sales disueltas en las piscinas de la zona del proceso de evaporación mecánica.



**Figura 2-74 Curvas de equilibrio (P,T) para hidrocarburos (C>6)**

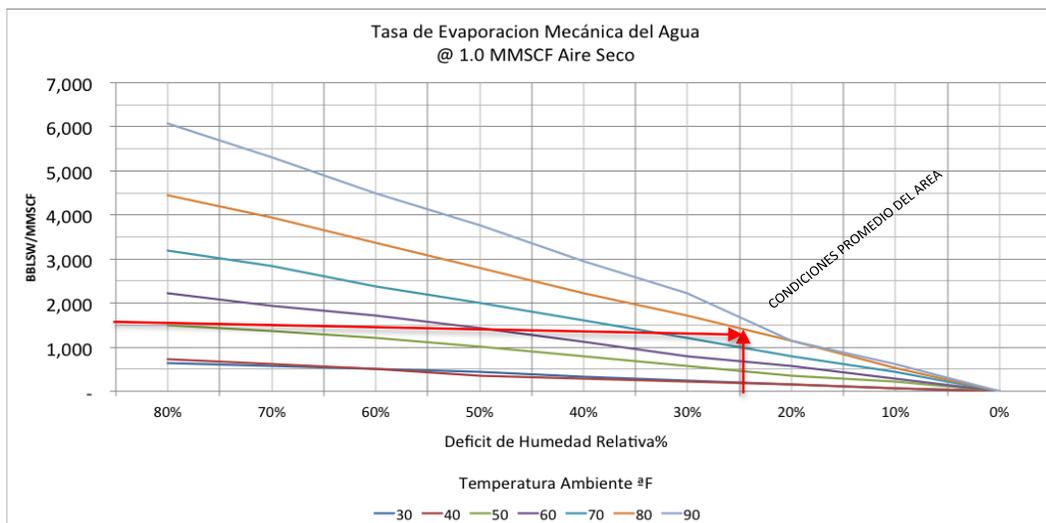
*Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013*

De esta manera, la evaporación por atomización proporciona un método para reducir el volumen de agua y promover el control y la concentración de los contaminantes en los residuos líquidos industriales. Los evaporadores se colocan en la parte superior de una piscina o estanque de tal manera que sólo el agua se evapora a la atmósfera y todos los sólidos y los contaminantes caen de nuevo en la superficie del área de evaporación sedimentándose posteriormente.

Una de las ventajas clave de la evaporación mecánica es que el consumo de energía (0,004 Kwhr/bbl aprox.) es sólo una fracción de la que se consume por reinyección de agua (0.34 Kwhr/bbl) o por evaporación térmica (12 Kwhr/bbl), lo que representa una alternativa más competitiva ambiental y económicamente, ya que además la capacidad de los evaporadores en realidad puede eliminar la necesidad de varias etapas de la cadena de tratamiento de agua.

Entre las posibles desventajas de este innovador enfoque de disposición de aguas están relacionados con las condiciones climatológicas que resultan en una moderada eficiencia volumétrica relativa. Sin embargo, los evaporadores pueden reducir el impacto de estas condiciones, ya que el proceso es totalmente automatizado y regulado por una estación meteorológica que mide permanentemente las condiciones climáticas tales como la velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y lluvia. Para optimizar el uso de la energía en condiciones climatológicas adversas el software del sistema está equipado con algoritmos matemáticos que calculan la cantidad de agua que el aire recibe en un momento dado y dinámicamente ajusta la tasa de flujo de agua de tal manera que sólo la cantidad de agua que puede ser evaporada es levantada por la bomba alimentadora.

La **Figura 2-76** corresponde al rendimiento de evaporación teniendo en cuenta la deficiencia de humedad y la temperatura ambiente, y considerando una masa de aire seco contenida en un volumen de 1 MMSCF para la incorporación del agua en forma de vapor.



**Figura 2-75 Tasa de evaporación mecánica del agua a diferentes condiciones de humedad relativa (% déficit) y temperatura (°F)**

Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013

Como se observa en la gráfica, a las condiciones del lugar es posible encontrar adecuados niveles de evaporación mecánica. De lo anterior hemos encontrado que las tasas de evaporación registradas como referencias son muy útiles para ayudar a determinar las tasas reales de evaporación mecánica.

#### 2.3.2.7.2 Diseño del sistema

Para que se dé la evaporación mecánica de agua, se requiere de la conjugación de tres variables o condiciones: la temperatura del aire, la humedad relativa del aire y la velocidad el viento. El fenómeno de la evaporación ocurre siempre y cuando la temperatura del aire esté por encima de treinta y dos grados Fahrenheit (32°F). La temperatura promedio del área de implementación de la tecnología está siempre por encima de los valores límites mencionados lo cual asegura que habrá siempre evaporación. Finalmente, la rosa de vientos indica direcciones preferenciales y las velocidades, lo cual garantiza que esta tercera variable también se considera para el diseño.

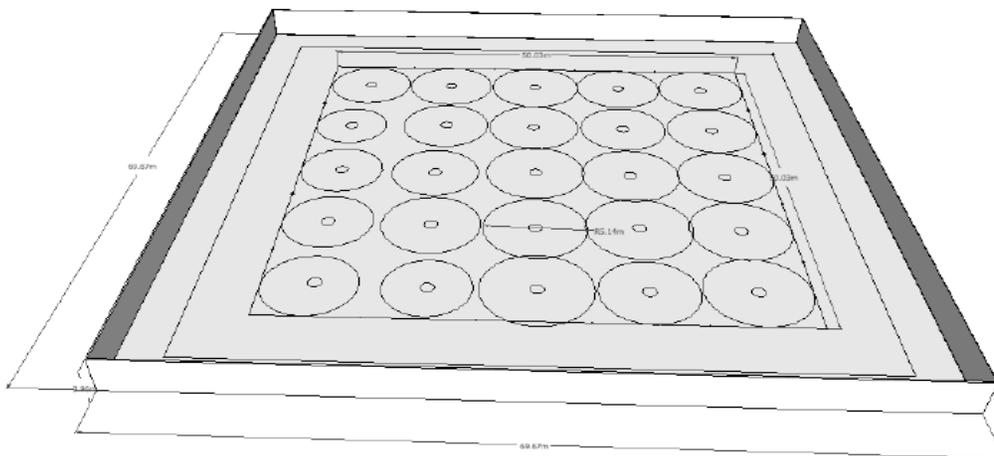
Con base en esta información, relaciona la tasa de evaporación por evaporador con el comportamiento de la humedad relativa del lugar. Así mismo se calcula el número de evaporadores

mecánicos requeridos para tratar un volumen, así como la tasa de evaporación y el consumo de energía por evaporador.

### 2.3.2.7.3 Infraestructura requerida

La infraestructura requerida para efectuar la evaporación mecánica para tratar un volumen determinado consiste en los siguientes componentes:

- Piscinas de procesos: El área requerida para efectuar el proceso de la evaporación mecánica es de 120 m<sup>2</sup> por cada 1000 bbls de agua a evaporar.
- Evaporadores mecánicos: Para el volumen diario esperado y las condiciones del clima se requerirán un número máximo evaporadores mecánicos. Estos evaporadores flotarán en las piscinas tal como se muestra el diseño conceptual de la **Figura 2-76**. Los evaporadores son unidades independientes que tienen una bomba que succiona el agua de la piscina y la impulsa contra un rotor, logrando un efecto de Evaporación Mecánica por tamaño de partícula.
- Estación Meteorológica: Para controlar el proceso de la separación mecánica de los contaminantes de manera más eficiente, las variables del clima serán registradas en tiempo real y mediante algoritmos matemáticos, los microprocesadores controlarán el proceso de la evaporación mecánica. El sistema estará programado para evitar el riesgo de deriva al disminuir automáticamente el caudal del proceso cuando la estación meteorológica detecte ráfagas de viento con altas velocidades, esto es, mayores a 5 m/s.
- Barreras: La información acerca de la velocidad y dirección del viento y los factores ambientales disponibles se utilizan para realizar el diseño de las barreras de confinamiento y su orientación. La **Figura 2-76**, muestra el diseño conceptual del área de proceso.



**Figura 2-76** Diseño conceptual del área de evaporación mecánica

Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013

Estas barreras se instalarán con el fin de confinar el área del proceso para atenuar la velocidad del viento hasta en un 58%, lo cual garantizará el trabajo óptimo de los evaporadores. Igualmente, aun cuando el funcionamiento de los evaporadores cumple con las normas de ruido para el lugar, estas estructuras atenuarán el nivel de presión sonora hasta en un 35%.

- **Energía:** La energía requerida para el proceso de la evaporación mecánica es en promedio 14 Kw por evaporador.

#### 2.3.2.7.4 Aspectos ambientales

A continuación se presenta un análisis de los posibles efectos al ambiente, que pueden generarse al implementar este tipo de tecnología, los cuales se tuvieron en cuenta al momento de calificar los impactos que produce esta actividad en relación a la calidad de aire Capítulo 5 numeral 5.3.2.3.1 medio abiótico componente atmosférico.

##### ➤ **Efectos de deriva causada por el viento**

El proceso de la Evaporación Mecánica se fundamenta en la atomización controlada del agua a tratar y disponer. La condición necesaria para que ocurra la evaporación de la gota de agua es el tamaño de la misma y el tiempo de vuelo. El viento tiene un efecto positivo por el proceso de renovación de la masa de aire en el espacio del proceso, lo cual garantiza eficiencias altas de evaporación; no obstante, en casos de ráfagas o velocidades de viento extremas, el sistema está totalmente automatizado con base en una estación meteorológica, (Ver **Fotografía 2-82**), la cual medirá permanentemente la velocidad del viento en tiempo real y mediante el uso de variadores de frecuencia, tiene la habilidad de disminuir la potencia de los evaporadores o apagarlos del todo, en el evento en que se detecte una corriente de viento con velocidad superior a aquella que podría generar riesgo de deriva (8 m/s). Para el efecto como respaldo adicional al sistema de control automático **se instalarán alrededor** de las piscinas de proceso barreras protectoras que evitarán que cualquier contaminante (partícula que debe precipitarse dentro del área) vuele fuera del área de proceso; estas barreras servirán también para mitigar el ruido de los motores de los evaporadores.



**Fotografía 2-82 Estación meteorológica en un área de proceso de evaporación mecánica**

*Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013*

##### ➤ **Efectos de microclima por re-condensación**

El proceso de la evaporación mecánica tiene como consecuencia la evaporación del cien por ciento (100%) del agua, sin que se evaporen los hidrocarburos que la acompañan en razón a la termodinámica del proceso, tal como se explicó anteriormente. Si la evaporación mecánica ocurre a temperatura ambiente y el agua a evaporar tiene 100 °F (temperatura del proceso), entonces el efecto resultante en las propiedades de la masa de aire que integra el agua asperjada se explica en la **Tabla 2-68**.

**Tabla 2-68 Condiciones termodinámicas del proceso de Evaporación Mecánica 1200 bwpd**

CORRIENTE	UNIDAD	VALOR
<b><u>Aire</u></b>		
Altitud	metros	259
Temperatura Bulbo Seco	°F	82
Temperatura bulbo húmedo	°F	78
Humedad Relativa	%	82
Relación de masa de agua a masa de aire	lb agua/lb air	0.01957
Entalpia	Btu/lb	41.2
Volumen Específico	ft³/lb	14.2
Temperatura de Roció	°F	76
Presión Atmosférica	psia	14.56
Agua Atomizada		
Temperatura bulbo seco	°F	100.0
Temperatura bulbo húmedo	°F	98.6
Humedad relativa	%	100.0
Relación de masa de agua a masa de aire	lb agua/lb air	0.04112
Entalpia	Btu/lb	69.5
Volumen específico	ft³/lb	15.2
Temperatura de roció	°F	98.3
<b><u>Mezcla</u></b>		
Volumen de Aire debido al viento	cfm	450000.0
Masa de agua atomizada	cfm	4500.0
Flujo de masa de aire	lb/hr	1899094.3
Flujo de masa de agua atomizada	lb/hr	17782.8
Suma de masa de las corrientes	lb/hr	1916877.1
Suma de flujo de las corrientes	cfm	454500
Temperatura bulbo seco de la mezcla	°F	82.2
Temperatura bulbo húmedo de la mezcla	°F	77.8
Humedad relativa de la mezcla	%	82.4
Relación de masa de agua a masa de aire	lb agua/lb air	0.01977
Entalpia de la mezcla	Btu/lb	41.41
Volumen específico de la mezcla	ft³/lb	14.226
Temperatura de roció de la mezcla	°F	76.3

Fuente: Produced Water Eco Services PWES, 2013

La tabla anterior resume termodinámicamente el proceso de evaporación para el agua atomizada en gotas cuyo diámetro promedio está entre ciento veinticinco (125) Micrones y doscientos veinticinco (225) Micrones. El tamaño promedio de partículas da para que el proceso de evaporación ocurra en menos de cinco (5) segundos. Por lo tanto se estima que no hay riesgo de re-condensación, puesto que es improbable o prácticamente imposible que se presente una caída súbita de la temperatura, esto es, de seis (6°) grados Fahrenheit en la temperatura promedio del área. En la noche, cuando la temperatura ambiente disminuye, igualmente lo hace la temperatura de re-condensación, siendo seis (6) grados menor que la del aire, por lo cual será improbable que ocurra este fenómeno.

### 2.3.2.8 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

La ejecución de actividades a través de las diferentes etapas del proyecto, generará una necesidad de contratación de personal especializado y no especializado, el cual variará su ocupación de acuerdo con las actividades que se estén desarrollando.

El personal especializado incluye profesionales y operarios calificados y está compuesto primordialmente por ingenieros o técnicos profesionales, que poseen un grado de conocimiento y experiencia específica en el desarrollo de una actividad para este tipo de proyectos; entre este personal se encuentran jefes de equipos, supervisores, mecánicos, electricistas, soldadores, técnicos y operarios de maquinaria.

El personal no calificado se contratará en el área de influencia directa del proyecto, de acuerdo con las políticas de contratación de Ecopetrol S.A. y los convenios veredales establecidos; generalmente, estas personas no cuentan con un entrenamiento previo, ni experiencia en proyectos y/o actividades de la industria, por cuanto su ocupación se distribuirá en labores bajo supervisión de personal calificado.

Se buscará que los trabajadores no calificados cumplan turnos diarios de 8 a 12 horas, pero con disponibilidad de 24 horas al día debido a la naturaleza de las labores, de considerarlo conveniente y en cumplimiento de las políticas internas de Ecopetrol S.A., su rotación será periódica, con el fin de ofrecer mayores oportunidades de empleo a la comunidad de la región.

El personal requerido para la adecuación y construcción de vías y las plataformas de perforación es similar y está alrededor de 38 personas. La mano de obra no calificada pernochará en sus respectivas viviendas y el personal calificado se hospedará en el casco urbano de Puerto Rondón, centros poblados o en fincas cercanas a los frentes de obra. El personal requerido por la obra civil se observa en la **Tabla 2-69** y solo es un referente que puede cambiar disminuyendo según las necesidades del proyecto.

**Tabla 2-69 Estimativos de personal para las obras civiles**

CARGO	NÚMERO
Ingeniero Civil	1
Interventor Ambiental	1
Inspector de HSE	1
Topógrafo	1
Operadores de maquinaria pesada	4
Conductores de volquetas	4
Cadeneros	2
Oficiales	4
Obreros	20
<b>Total estimado</b>	<b>38</b>

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

En la **Tabla 2-70** se relaciona el estimativo de maquinaria y equipos para las obras civiles

**Tabla 2-70 Estimativos maquinaria y equipos para el APE LLANOS 8**

MAQUINARIA Y EQUIPO	NÚMERO
Motoniveladora	1
Retroexcavadora	2
Buldócer	2
Vibrocompactador	2
Volquetas	12
Mezcladoras para concreto	2
Vibradores de concreto	3

### 2.3.2.9 Uso, aprovechamiento y demanda de los recursos naturales vías

La demanda del recurso hídrico del proyecto dentro del **APE LLANOS 8** y descrita en detalle en el **Capítulo 4 del presente estudio**, está definida por las diferentes actividades a realizar durante su ejecución (Ver **Tabla 2-71**); según las cuales está previsto un caudal de captación de 3,0 L/s para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 2-71 Demanda del recurso hídrico**

TIPO DE USO	CONSUMO MÁXIMO (l/s)	Bbl/día
Uso Industrial	2,0	1086,88
Uso Doméstico (Perforación, pruebas y desmantelamiento)	1,0	543,44
<b>TOTAL</b>	<b>3,0</b>	<b>1630,32</b>

Fuente: Ecopetrol S. A.

De acuerdo con los consumos de agua estimados para el proyecto, se ha calculado el caudal de vertimientos que se debe tratar y disponer, según se muestra en la **Tabla 2-72**. Según los porcentajes estimados de retorno, el caudal máximo es de 0,45 L/s de aguas residuales domésticas y 1,8 L/s de residuos líquidos de origen industrial, y un factor de seguridad de 0,45 L/s, para un total de 2,7 L/s para tratamiento y posterior vertimiento.

**Tabla 2-72 Disposición de las ART en el recurso hídrico**

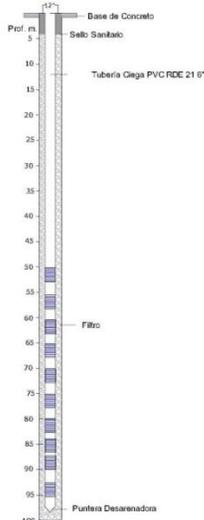
TIPO DE USO	VERTIMIENTO MÁXIMO (l/s)
Uso Industrial	1,8
Uso Doméstico (Perforación, pruebas y desmantelamiento)	0,45
Factor de Seguridad	0,45
<b>TOTAL</b>	<b>2,7</b>

Fuente: Ecopetrol S. A.

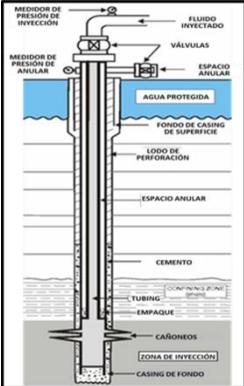
En la **Tabla 2-73** se describen las alternativas de disposición para los diferentes caudales requeridos y generados, además de los demás requerimientos de demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.

Tabla 2-73 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN																																																																																																																																											
<b>CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES</b>	<p>En la <b>Tabla 2-74</b> se presentan los sitios solicitados para captación de agua, con un caudal de captación en cada uno de ellos de 3,0 L/s para abastecimiento de la demanda doméstica e industrial del proyecto. Para los sitios propuestos para captación está considerado solicitar una franja de movilidad de 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto central determinado.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 2-74 Franjas de captación APE Berilo Llanos 38</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">ID</th> <th rowspan="3">CORRIENTE</th> <th colspan="6">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="3">CAUDAL DE CAPTACIÓN</th> <th rowspan="3">PERIODO DE CAPTACIÓN</th> </tr> <tr> <th colspan="2">PUNTO CENTRAL</th> <th colspan="2">PUNTO INICIAL</th> <th colspan="2">PUNTO FINAL</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C1</td> <td>Río Banadía</td> <td>924.658</td> <td>1.265.852</td> <td>924.584</td> <td>1.265.785</td> <td>924.711</td> <td>1.265.935</td> <td rowspan="12" style="text-align: center; vertical-align: middle;">3 L/s</td> <td>TODO EL AÑO</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>Río Banadía</td> <td>925.570</td> <td>1.270.283</td> <td>925.470</td> <td>1.270.280</td> <td>925.669</td> <td>1.270.271</td> <td>TODO EL AÑO</td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td>Río Madre Vieja</td> <td>922.299</td> <td>1.268.009</td> <td>922.216</td> <td>1.267.954</td> <td>922.394</td> <td>1.268.039</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C4</td> <td>Caño Hormiga</td> <td>931.033</td> <td>1.263.429</td> <td>930.961</td> <td>1.263.376</td> <td>931.091</td> <td>1.263.508</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td>Caño Pajuila</td> <td>931.959</td> <td>1.262.436</td> <td>931.881</td> <td>1.262.489</td> <td>932.045</td> <td>1.262.397</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C6</td> <td>Caño Cascarrón</td> <td>931.463</td> <td>1.263.228</td> <td>931.440</td> <td>1.263.134</td> <td>931.391</td> <td>1.263.290</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C7</td> <td>Caño Cascarrón</td> <td>933.001</td> <td>1.266.586</td> <td>932.941</td> <td>1.266.557</td> <td>932.981</td> <td>1.266.678</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C8</td> <td>Caño Cascarrón</td> <td>934.109</td> <td>1.268.341</td> <td>934.052</td> <td>1.268.262</td> <td>934.200</td> <td>1.268.370</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C9</td> <td>Caño Hormiga</td> <td>928.000</td> <td>1.262.035</td> <td>927.933</td> <td>1.261.960</td> <td>928.085</td> <td>1.262.086</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C10</td> <td>Caño Cascarrón</td> <td>928.755</td> <td>1.259.882</td> <td>928.664</td> <td>1.259.844</td> <td>928.849</td> <td>1.259.905</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C11</td> <td>Caño Pajuila</td> <td>929.787</td> <td>1.254.663</td> <td>929.773</td> <td>1.254.566</td> <td>929.757</td> <td>1.254.756</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> <tr> <td>C12</td> <td>Caño Pajuila</td> <td>931.528</td> <td>1.258.531</td> <td>931.448</td> <td>1.258.579</td> <td>931.615</td> <td>1.258.501</td> <td>ALTAS PRECIPITACIONES</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group,-2014</i></p> <p>De acuerdo con la información presentada en la tabla anterior, de los doce (12) puntos de captación en los cuales se pretende hacer uso, dos (2) se podrán aprovechar durante todo el año únicamente si dicha operación garantiza el caudal ecológico mínimo del mes correspondiente al desarrollo de la actividad, con especial énfasis en los meses de bajas precipitaciones, el cual está comprendido entre los meses de Abril a Noviembre, siendo noviembre un mes de transición hacia un periodo seco (diciembre-marzo).</p>									ID	CORRIENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE						CAUDAL DE CAPTACIÓN	PERIODO DE CAPTACIÓN	PUNTO CENTRAL		PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	C1	Río Banadía	924.658	1.265.852	924.584	1.265.785	924.711	1.265.935	3 L/s	TODO EL AÑO	C2	Río Banadía	925.570	1.270.283	925.470	1.270.280	925.669	1.270.271	TODO EL AÑO	C3	Río Madre Vieja	922.299	1.268.009	922.216	1.267.954	922.394	1.268.039	ALTAS PRECIPITACIONES	C4	Caño Hormiga	931.033	1.263.429	930.961	1.263.376	931.091	1.263.508	ALTAS PRECIPITACIONES	C5	Caño Pajuila	931.959	1.262.436	931.881	1.262.489	932.045	1.262.397	ALTAS PRECIPITACIONES	C6	Caño Cascarrón	931.463	1.263.228	931.440	1.263.134	931.391	1.263.290	ALTAS PRECIPITACIONES	C7	Caño Cascarrón	933.001	1.266.586	932.941	1.266.557	932.981	1.266.678	ALTAS PRECIPITACIONES	C8	Caño Cascarrón	934.109	1.268.341	934.052	1.268.262	934.200	1.268.370	ALTAS PRECIPITACIONES	C9	Caño Hormiga	928.000	1.262.035	927.933	1.261.960	928.085	1.262.086	ALTAS PRECIPITACIONES	C10	Caño Cascarrón	928.755	1.259.882	928.664	1.259.844	928.849	1.259.905	ALTAS PRECIPITACIONES	C11	Caño Pajuila	929.787	1.254.663	929.773	1.254.566	929.757	1.254.756	ALTAS PRECIPITACIONES	C12	Caño Pajuila	931.528	1.258.531	931.448	1.258.579	931.615	1.258.501	ALTAS PRECIPITACIONES
	ID	CORRIENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE						CAUDAL DE CAPTACIÓN			PERIODO DE CAPTACIÓN																																																																																																																																
			PUNTO CENTRAL		PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL																																																																																																																																					
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE																																																																																																																																				
	C1	Río Banadía	924.658	1.265.852	924.584	1.265.785	924.711	1.265.935	3 L/s	TODO EL AÑO																																																																																																																																		
	C2	Río Banadía	925.570	1.270.283	925.470	1.270.280	925.669	1.270.271		TODO EL AÑO																																																																																																																																		
	C3	Río Madre Vieja	922.299	1.268.009	922.216	1.267.954	922.394	1.268.039		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C4	Caño Hormiga	931.033	1.263.429	930.961	1.263.376	931.091	1.263.508		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C5	Caño Pajuila	931.959	1.262.436	931.881	1.262.489	932.045	1.262.397		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C6	Caño Cascarrón	931.463	1.263.228	931.440	1.263.134	931.391	1.263.290		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C7	Caño Cascarrón	933.001	1.266.586	932.941	1.266.557	932.981	1.266.678		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C8	Caño Cascarrón	934.109	1.268.341	934.052	1.268.262	934.200	1.268.370		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
	C9	Caño Hormiga	928.000	1.262.035	927.933	1.261.960	928.085	1.262.086		ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																		
C10	Caño Cascarrón	928.755	1.259.882	928.664	1.259.844	928.849	1.259.905	ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																				
C11	Caño Pajuila	929.787	1.254.663	929.773	1.254.566	929.757	1.254.756	ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																				
C12	Caño Pajuila	931.528	1.258.531	931.448	1.258.579	931.615	1.258.501	ALTAS PRECIPITACIONES																																																																																																																																				

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN
<p><b>EXPLORACIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS</b></p>	<p>Se solicita el permiso de exploración de agua subterránea, en diez (10) pozos, que capten los Depósitos Cuaternarios de Planicies Extensas, ubicados en cada una de las plataformas multipozo a construir, las cuales a su vez se ubicarán por zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental.</p> <p><b>Método de Perforación</b>                      Las perforaciones deberán realizarse por el método de rotación, la cual se logra por la acción cortante, moledora y rotatoria de una broca, que rota y que se empuja contra el fondo del hoyo, con circulación directa de lodos bentoníticos como fluido de perforación. Se deberá utilizar un equipo de rotación convencional, capaz de perforar hasta un diámetro de 12¼ pulgadas y llegar a una profundidad de 100 m, para atravesar intercalaciones de areniscas y arcillolitas. La perforación exploratoria se ejecutará con un diámetro de 8½ pulgadas, llevando un registro de penetración y litológico metro a metro. Una vez terminado el pozo exploratorio, se tomarán los registros físicos en toda la longitud de la perforación, correspondientes a resistividad eléctrica (sondas normal corta y normal larga), radiación gamma natural y potencial espontáneo (SP).</p> <p><b>Diseño y Construcción del Pozo</b>                      De acuerdo a la interpretación de los registros (perforación, litológico y físico) y toda la información de la perforación, incluyendo la relacionada con cambios en la viscosidad y pérdidas de lodo, se tomará la decisión de diseñar, ampliar y revestir el pozo. El pozo se ampliará a un diámetro de 12¼ pulgadas y para su revestimiento se recomienda emplear tubería (PVC – RDE 21) ciega y filtros de 6 pulgadas de diámetro. Se adecuaran sellos de bentonita y cemento sobre el empaque de grava, como sello sanitario de aproximadamente 3 m de espesor; se usará bentonita en polvo, con mezcla de cemento, hidratada, para garantizar la impermeabilidad de la zona inmediatamente superior al empaque de grava y de la parte superior del pozo y con ello impedir la contaminación por filtración de fluidos desde la superficie. En la superficie se debe adaptar una base de concreto de 1 m x 1 m x 0,5 m de espesor.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-77 Ejemplo de diseño típico para pozo de abastecimiento de agua</b>                      Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013</p>

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN																																				
EXPLORACIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS	<p><b>Limpieza, desarrollo y pruebas de bombeo</b> Terminado el entubado del pozo, se iniciará el proceso de limpieza y desarrollo con aire comprimido, empleando aditivos tipo tripolifosfatos sódicos que se removerán por sobrebombeo y jetting filtro a filtro, con el objeto de extraer el material sedimentado en el pozo y evacuar totalmente el lodo y las partículas finas del empaque de grava, hasta obtener agua clara y asegurar con ello que el pozo esta interconectado hidráulicamente con los horizontes acuíferos. El método a emplear o la combinación de los mismos se ejecutará de acuerdo a las condiciones que presente el pozo, el cual se considerará completamente desarrollado una vez que instalada la bomba de prueba y bombeando a su caudal máximo, el agua salga clara y libre de sedimento.</p> <p><b>Pruebas de bombeo</b> Inicialmente se llevará a cabo una prueba escalonada que tendrá como mínimo tres escalones de una hora cada uno, con un caudal por escalón aumentado en forma continua y geométrica. Posteriormente y después de recuperado el nivel inicial del pozo, se procederá a la ejecución de una prueba a caudal constante de 12 horas de duración, con su respectiva recuperación, hasta recuperar el 90% del nivel estático inicial.</p> <p>Con los resultados y la interpretación de las anteriores pruebas, se obtendrán los coeficientes de pérdida de pozo y de acuífero, como también los parámetros de transmisividad, coeficiente de almacenamiento y conductividad hidráulica. Para conocer el caudal óptimo de producción, el tiempo de bombeo requerido y las características técnicas del equipo de bombeo definitivo a instalar, se deberán calcular, a partir de estos parámetros, las ecuaciones de producción, eficiencia y capacidad específica del pozo.</p> <p>Al final de las pruebas de bombeo, se tomarán las muestras de agua necesarias para análisis físico-químicos y bacteriológicos, a fin de determinar el tipo de agua y si es necesario, el tratamiento requerido para su uso.</p>																																				
VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL	<p>La <b>Tabla 2-75</b> se presenta las franjas solicitadas para vertimiento de aguas tratadas. De acuerdo con los resultados del modelo de calidad de agua, se ha determinado que para los dos puntos del vertimiento en el Río Banadía, es viable efectuar el vertimiento durante todo el año, de acuerdo con el análisis de la oferta hídrica.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 2-75 Franjas de vertimiento APE Berilo Llanos 38</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Corriente hídrica</th> <th rowspan="2">ID</th> <th rowspan="2">Margen de ingreso</th> <th rowspan="2">Periodo de aprovechamiento</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE DEL PUNTO DE VERTIMIENTO</th> <th colspan="2">PUNTO INICIAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE</th> <th colspan="2">PUNTO FINAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Río Banadía</td> <td>V1</td> <td>AMBAS</td> <td>TODO EL AÑO</td> <td>924.658</td> <td>1.265.852</td> <td>924.584</td> <td>1.265.785</td> <td>924.711</td> <td>1.265.935</td> </tr> <tr> <td>Río Banadía</td> <td>V2</td> <td>AMBAS</td> <td>TODO EL AÑO</td> <td>925.570</td> <td>1.270.283</td> <td>925.470</td> <td>1.270.280</td> <td>925.669</td> <td>1.270.271</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014</i></p>	Corriente hídrica	ID	Margen de ingreso	Periodo de aprovechamiento	COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE DEL PUNTO DE VERTIMIENTO		PUNTO INICIAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE		PUNTO FINAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	Río Banadía	V1	AMBAS	TODO EL AÑO	924.658	1.265.852	924.584	1.265.785	924.711	1.265.935	Río Banadía	V2	AMBAS	TODO EL AÑO	925.570	1.270.283	925.470	1.270.280	925.669	1.270.271
Corriente hídrica	ID					Margen de ingreso	Periodo de aprovechamiento	COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE DEL PUNTO DE VERTIMIENTO		PUNTO INICIAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE		PUNTO FINAL COORDENADAS MAGNAS SIRGA ORIGEN ESTE																									
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			ESTE	NORTE																												
Río Banadía	V1	AMBAS	TODO EL AÑO	924.658	1.265.852	924.584	1.265.785	924.711	1.265.935																												
Río Banadía	V2	AMBAS	TODO EL AÑO	925.570	1.270.283	925.470	1.270.280	925.669	1.270.271																												
VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN SUELO	<p>La <b>Tabla 2-76</b> presenta el número de ZODAR para vertimiento de aguas tratadas en suelos, especificando el caudal de vertimiento que será utilizada en cada uno de ellos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 2-76 Sitios de vertimiento en suelo y caudales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN</th> <th>NÚMERO TOTAL DE ZODAR EN EL APE BERILO LLA-38</th> <th>ÁREA DE CADA ZODAR [ha]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ZODAR dentro de la plataformas Multipozo</td> <td>10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ZODAR centralizado</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013</i></p>	ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN	NÚMERO TOTAL DE ZODAR EN EL APE BERILO LLA-38	ÁREA DE CADA ZODAR [ha]	ZODAR dentro de la plataformas Multipozo	10	2	ZODAR centralizado	2	4																											
ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN	NÚMERO TOTAL DE ZODAR EN EL APE BERILO LLA-38	ÁREA DE CADA ZODAR [ha]																																			
ZODAR dentro de la plataformas Multipozo	10	2																																			
ZODAR centralizado	2	4																																			

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN
<b>REINYECCIÓN</b>	<p>Para la disposición de aguas mediante reinyección en el APE Berilo Llanos 38, se proponen diez (10) pozos reinyectores, de los cuales a la fecha no se tiene especificada su ubicación, estos estarán uno en cada plataforma a construir, que a su vez se ubicarán de acuerdo a la zonificación ambiental y de manejo; los pozos reinyectores propuestos se distribuirán de acuerdo a las necesidades y a los resultados del plan de perforación exploratoria</p> <p>ECOPEPETROL S.A., podrá convertir a reinyector un pozo perforado que haya resultado no productor, o perforar un pozo con la destinación específica de reinyector de aguas industriales.</p> <p>La descripción técnica y diseño mecánico definitivos de cada uno de los pozos inyectores, o la conversión de un pozo exploratorio a pozo inyector, se entregará a la autoridad ambiental con la demás información pendiente, una vez se vaya completando cada pozo.</p> <p>La perforación de los pozos productores y/o inyectores, será realizada de forma convencional utilizando un equipo de mesa rotaria, para la perforación de un hueco con dimensiones variables que dependerán de las condiciones en subsuelo, alcanzando una profundidad aproximada de 17.000 pies.</p> <p>La perforación tendrá lugar en etapas, de tal manera que el tamaño del pozo en la parte superior es más ancho y en las partes inferiores cada vez más angosto, dando de esta manera consistencia y evitando derrumbes; en esta actividad son utilizadas brocas y tubería de menor tamaño en cada sección. A medida que se profundiza en el hueco, éste es revestido con tubo de acero al carbón soportado con cemento alrededor (entre el anular, dejado por el mismo revestimiento y las formaciones aledañas).</p> <p>Los pozos inyectores se completarán con tubing y empaques y la inyección se ubicará en la parte de abajo de la tubería, de tal manera que solo el casing a través de la formación receptora esté sujeto a la presión de inyección.</p> <p>La conexión del pozo con la formación de inyección se hará mediante el cañoneo del espesor de principal interés, en este caso la Unidad C7. La Unidad C7, presenta alto grado de selección, escaso contenido de matriz y cemento arcilloso, son un buen reservorio para la recepción de aguas industriales y de formación, esta unidad se considera una de las mejores rocas reservorio tanto para agua como para hidrocarburo dentro de la cuenca de los Llanos Orientales, presentando excelentes propiedades petrofísicas (espesor, porosidad y permeabilidad).</p> <p>En la <b>Figura 2-78</b> se presenta el diseño mecánico tipo para un pozo inyector.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-78</b>      <b>Diseño mecánico tipo, para un pozo inyector</b>  Fuente: ECOPEPETROL S.A., 2014</p>

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN								
<b>OCUPACIONES DE CAUCE</b>	<p>Teniendo en cuenta la múltiple red hídrica que se presenta, muchas de estas vías son cruzadas por caños, cañadas y ríos donde puede existir una obra de drenaje en mal estado o por el contrario no poseer ninguna; esto conlleva a realizar la solicitud de ocupaciones de cauce. Para los sitios propuestos para ocupación de cauce está considerado solicitar una movilidad de 100 m cada lado del punto.</p> <p>Para su solicitud, las ocupaciones de cauce se han dividido en tres (3) modelos o tipos que permiten diferenciarlas claramente:</p> <p>El primer tipo de ocupaciones de cauce se da sobre las vías descritas y donde sobre el trazado de la misma exista una obra de drenaje sobre un cuerpo de agua en mal estado que deba ser reparada o cambiada.</p>								
	<b>Tabla 2-77 Tramo de la Ocupación de Cauce Tipo1</b>								
	ID	OBRA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CORRIENTE	VEREDA	PROYECCIÓN
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			
	OC-1	PONTÓN EN MADERA	929096.73	1266844.45	1260649.56	1267450.83	Caño Salvaje	Las Delicias	Construcción y adecuación de la obra de drenaje por cambio a Pontón en concreto.
	OC-2	BOXCULVERT EN CONCRETO	932941.84	1269133.95	1264482.97	1269766.73	Caño Cascarrón	Pueblo Nuevo	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.
	OC-3	BOXCULVERT EN CONCRETO	933958.61	1268384.19	1265505.36	1269022.90	Caño Cascarrón	Pueblo Nuevo	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.
	OC-4	ALCANTARILLA	923057.50	1269873.32	1254586.48	1270443.21	Afluente Estero Madre vieja	Charo Centro	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.
	OC-5	ALCANTARILLA	928731.93	1268795.08	1260271.98	1269400.60	Afluente Río Banadías	Cobalongos	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.
	OC-6	ALCANTARILLA	928229.38	1268323.90	1259772.08	1268925.84	Zanja desagüe	Cobalongos	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.
OC-7	ALCANTARILLA	933168.59	1263111.00	1264748.40	1263740.47	Caño Cascarrón	El Porvenir	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.	
OC-8	ALCANTARILLA	933013.70	1266255.06	1264573.33	1266886.03	Caño Boga	Pueblo Nuevo	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.	
OC-9	ALCANTARILLA	929053.46	1265782.94	1260613.04	1266388.24	Afluente de Estero	Las Delicias	Adecuación de la obra de drenaje por ampliación de la vía de acceso.	
Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014.									

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN								
OCUPACIONES DE CAUCE	El segundo tipo se da sobre vías donde se cruce un cuerpo de agua y no exista ninguna obra de drenaje.								
	<b>Tabla 2-78 Tramo de la Ocupación de Cauce Tipo 2</b>								
	ID	OBRA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CORRIENTE	VEREDA	PROYECCIÓN
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			
	OC-10	SIN OBRA DE DRENAJE	928526.31	1269049.86	1260064.58	1269654.25	Río Banadía	Cobalongos	Construcción posible obra de drenaje por los proyectos lineales (vías y/o líneas de flujo)
	OC-11	SIN OBRA DE DRENAJE	929311.00	1269118.00	1260849.42	1269727.48	Río Banadía	Puerto Lleras	Construcción posible obra de drenaje por los proyectos lineales (vías y/o líneas de flujo)
	OC-12	SIN OBRA DE DRENAJE	925634.64	1270290.90	1257162.80	1270877.64	Río Banadía	Cobalongos	Construcción posible obra de drenaje por los proyectos lineales (vías y/o líneas de flujo)
	OC-13	SIN OBRA DE DRENAJE	927535.55	1271544.33	1259057.05	1272144.22	Afluente Río Arauca	Charo Bajo	Box Culvert en concreto de 3.000 PSI SECCIÓN = 2,0 m x 2,0 m L = 2,0 m
	OC-14	SIN OBRA DE DRENAJE	928466.70	1270115.03	1259998.09	1270719.84	Afluente Río Banadías	Charo Bajo	Box Culvert en concreto de 3.000 PSI SECCIÓN = 1,5 m x 1,5 m. L = 2,0 m
	OC-15	SIN OBRA DE DRENAJE	925613.82	1270423.74	1257141.11	1271010.45	Afluente Río Banadías	Charo Bajo	Puente metálico en concreto de 3.000 PSI L = 10 m.
	OC-16	SIN OBRA DE DRENAJE	926104.99	1270211.76	1257634.00	1270801.47	Afluente Río Banadías	Charo Bajo	Pontón en concreto de 3.000 PSI L = 4 m.
	OC-17	SIN OBRA DE DRENAJE	921119.59	1271652.12	1252635.79	1272210.80	Afluente Río Arauca	El Dique	Box Culvert en concreto de 3.000 PSI SECCIÓN = 2,0 m x 2,0 m L = 2,0 m
	OC-18	SIN OBRA DE DRENAJE	933000.00	1266577.03	1264557.56	1267208.16	Caño Pajulla	Pueblo Nuevo	Construcción posible obra de drenaje por los proyectos lineales (vías y/o líneas de flujo)
OC-19	SIN OBRA DE DRENAJE	933829.71	1268457.57	1265375.88	1269095.51	Caño Pajulla	Pueblo Nuevo	Construcción posible obra de drenaje por los proyectos lineales (vías y/o líneas de flujo)	
OC-20	SIN OBRA DE DRENAJE	933459.89	1268599.78	1265004.86	1269235.46	Caño Cascarrón	Pueblo Nuevo	Puente metálico en concreto de 3.000 PSI	
OC-21	SIN OBRA DE DRENAJE	924925.83	1265868.86	1256481.81	1266447.86	Afluente Río Banadías	Caño Rojo	L = 10 m.	
OC-22	SIN OBRA DE DRENAJE	936202.00	1265020.00	12809030.00	1251846.00	Caño Boga	El Porvenir	Puente metálico en concreto de 3.000 PSI	
<i>Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014.</i>									

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN								
OCUPACIONES DE CAUCE	El tercer tipo de ocupaciones de cauce se da sobre los terrenos naturales en los sitios que pueden ser susceptibles a ocupación por el trazado de vías nuevas y/o líneas de flujo proyectadas para construcción para el proyecto.								
	<b>Tabla 2-79 Tramo de la ocupación de cauce Tipo3</b>								
	ID	OBRA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CORRIENTE	VEREDA	PROYECCIÓN
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			
	OC-23	SIN OBRA DE DRENAJE	924822.50	1257515.86	1256431.47	1258088.15	Escorrentía	La Chucua	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-24	SIN OBRA DE DRENAJE	925477.00	1256604.00	1257092.21	1257179.76	Caño Hormiga	Comuneros	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-25	SIN OBRA DE DRENAJE	927913.20	1258662.91	1259517.20	1259255.59	Caño Cascarrón	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-26	SIN OBRA DE DRENAJE	928753.92	1259872.49	1260350.89	1260471.41	Caño Cascarrón	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-27	SIN OBRA DE DRENAJE	927910.70	1261886.32	1259494.25	1262481.40	Caño Hormiga	Agua Santa	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-28	SIN OBRA DE DRENAJE	931531.12	1258530.79	1263138.71	1259146.27	Caño Pajuila	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-29	SIN OBRA DE DRENAJE	931760.73	1259371.62	1263363.18	1259989.21	Escorrentía	El Porvenir	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-30	SIN OBRA DE DRENAJE	931970.59	1262430.23	1263553.79	1263051.54	Caño Pajuila	Caño Boga	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-31	SIN OBRA DE DRENAJE	930650.21	1258084.28	1262259.95	1258693.84	Escorrentía	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-32	SIN OBRA DE DRENAJE	930865.67	1258374.64	1262473.74	1258985.79	Escorrentía	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
OC-33	SIN OBRA DE DRENAJE	924710.70	1254492.06	1256338.67	1255061.46	Caño Hormiga	Alpes 2	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.	
OC-34	SIN OBRA DE DRENAJE	926123.88	1254189.79	1257754.78	1254767.86	Caño Cascarrón	Alpes 2	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.	
OC-35	SIN OBRA DE DRENAJE	929787.20	1254661.07	1261417.88	1255262.55	Caño Pajuila	Alpes 1	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.	
OC-36	SIN OBRA DE DRENAJE	929526.74	1256770.59	1261143.92	1257372.04	Escorrentía	La Granada	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.	

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN								
	Tabla 26 Tramo de la ocupación de cauce Tipo3 (continuación)								
OCUPACIONES DE CAUCE	ID	OBRA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CORRIENTE	VEREDA	PROYECCIÓN
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			
	OC-37	SIN OBRA DE DRENAJE	930701.43	1252789.49	1262344.58	1253395.28	Quebrada La Colorada	Alpes 1	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-38	SIN OBRA DE DRENAJE	934265.61	1253479.67	1265907.23	1254108.41	Caño NN1	Alpes 1	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-39	SIN OBRA DE DRENAJE	934159.39	1254822.96	1265792.47	1255452.11	Escorrentía	La Primavera	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-40	SIN OBRA DE DRENAJE	934367.04	1258660.93	1265976.05	1259294.46	Quebrada La Colorada	Jujo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-41	ALCANTARILLA	928422.79	1270458.10	1259951.94	1271062.89	Caño no identificado	Charo Bajo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-42	SIN OBRA DE DRENAJE	926516.92	1271431.87	1258038.39	1272025.12	Escorrentía	Charo Bajo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-43	SIN OBRA DE DRENAJE	927809.57	1271626.98	1259330.74	1272228.70	Escorrentía	Charo Bajo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
	OC-44	SIN OBRA DE DRENAJE	928302.36	1270930.03	1259828.38	1271534.39	Caño NN	Charo Bajo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.
OC-45	SIN OBRA DE DRENAJE	934215.30	1267706.10	1265766.60	1268345.91	Afluente Río Banadía	Caño Rojo	Ocupaciones de cauce ubicadas cartográficamente. Posible obra de drenaje existente.	

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2014.*

Las ocupaciones de cauce tendrán un rango de movilidad de cien (100) metros aguas arriba y aguas abajo, respecto a la coordenada suministrada, teniendo en cuenta la dinámica fluvial, los diseños de las vías y el mismo diseño de la obra de drenaje a instalar o mejorar.

PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN						
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Para el desarrollo de las etapas de adecuación y construcción del APE BERILO LLANOS 38, se solicita permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado de 2482,8 m <sup>3</sup> en bosque de galería y ripario, 4183,6 m <sup>3</sup> en pastos arbolados y 388,5 m <sup>3</sup> en vegetación secundaria alta. Los volúmenes totales de aprovechamiento forestal estimados para cada una de las coberturas de la tierra, resultado del cruce del volumen por hectárea con el área estimada a intervenir se presentan a continuación en la <b>Tabla 2-80</b> .						
	<b>Tabla 2-80 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado para fustales</b>						
		<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Pastos arbolados</b>	<b>Bosque de Galería y Ripario</b>	<b>Vegetación secundaria alta</b>	<b>Coberturas con Árboles Aislados* (ha)</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>Áreas a Intervenir (ha)</b>	Construcción localizaciones multipozo	55,6	0,0	0,0	24,4	<b>80,0</b>
		Construcción instalaciones centralizadas	11,1	0,0	0,0	4,9	<b>16,0</b>
		Ocupaciones de cauce	0,0	3,2	0,3	0,0	<b>3,6</b>
		Construcción e instalación de Líneas de Flujo	25,0	0,0	0,0	11,0	<b>36,0</b>
		Construcción de nuevos corredores viales	138,2	0,0	0,0	60,8	<b>199,0</b>
		Adecuación de los corredores viales existentes	197,0	7,6	5,6	62,0	<b>272,2</b>
		<b>TOTAL (ha)</b>	<b>426,9</b>	<b>10,8</b>	<b>6,0</b>	<b>163,1</b>	<b>606,7</b>
	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen Promedio (m<sup>3</sup>/ha)</b>	9,80	229,3	54,401	65,3	
		Construcción localizaciones multipozo	544,6	0,0	0,0	Artículo 60 Decreto 1791 de 1996	<b>544,6</b>
		Construcción instalaciones centralizadas	108,9	0,0	0,0		<b>108,9</b>
Ocupaciones de cauce		0,0	739,2	21,8	<b>761,0</b>		
Construcción e instalación de Líneas de Flujo		245,1	0,0	0,0	<b>245,1</b>		
Construcción de nuevos corredores viales		1354,7	0,0	0,0	<b>1354,7</b>		
Adecuación de los corredores viales existentes		1930,4	1743,6	366,7	<b>4040,7</b>		
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>		<b>4183,6</b>	<b>2482,8</b>	<b>388,5</b>	<b>20,0</b>		<b>7074,9</b>
* Cultivos transitorios, cultivos permanentes, pastos limpios, y herbazal denso inundable no arbolado Fuente: Antea Group. 2014							

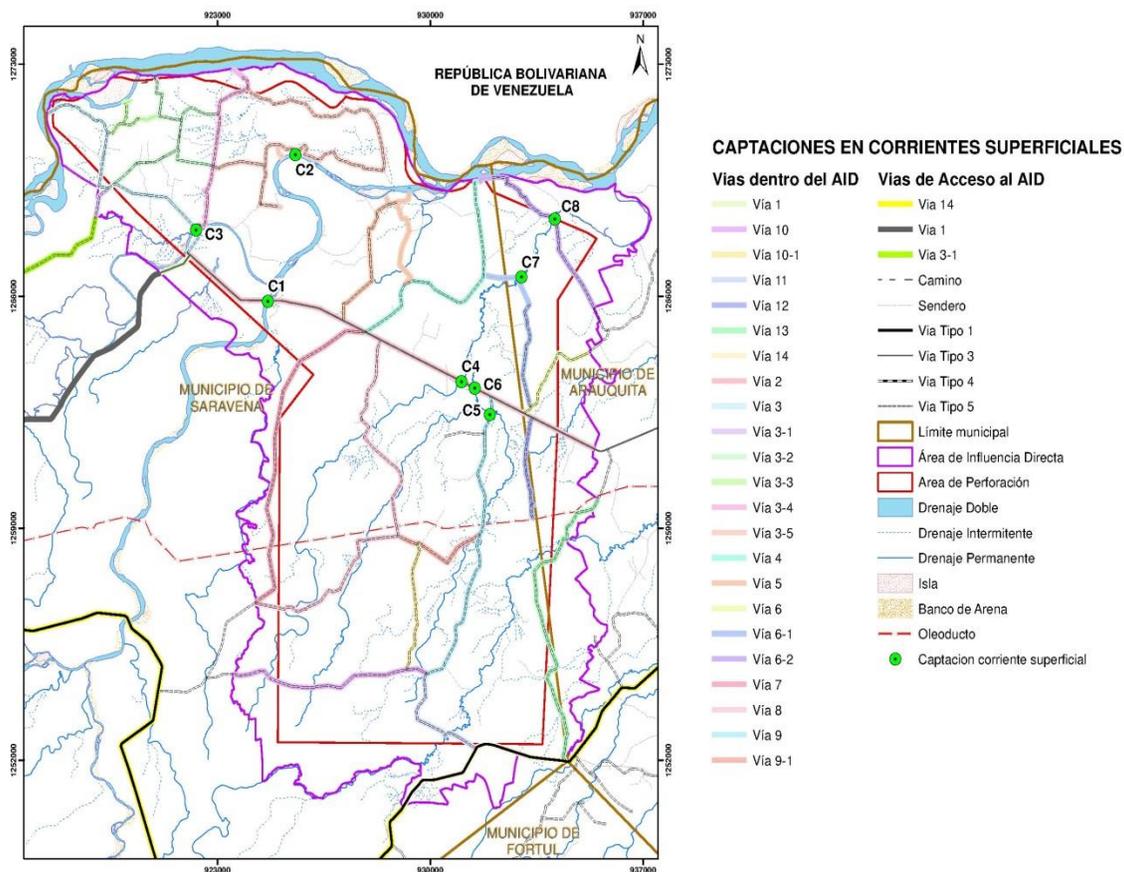
PERMISO DE USO O APROVECHAMIENTO	DESCRIPCIÓN
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<p>El volumen de residuos sólidos domésticos que se producirán en el campamento, equivale al promedio de generación del orden de 0.4 a 0.6 Kg/hab/día, valor que se multiplica por el número de personas que permanecen en la zona (aproximadamente 80 personas), es decir 48 Kg/día (tomando el valor más alto) y cerca de 1440 Kg mensuales por todos los trabajadores del campamento.</p> <p>La generación de residuos industriales varía, teniendo en cuenta la etapa en la que se encuentre el proyecto, el volumen de residuos puede aumentar, por lo general y basados en la experiencia de proyectos similares este valor no supera los 10 Kg/día en etapas como la de construcción (obras civiles) mientras que en la etapa de operación se puede alcanzar los 50 Kg/día.</p> <p>Para el manejo integral de los residuos sólidos, es necesario realizar separación en la fuente, con el objetivo de seleccionarlos y almacenarlos en recipientes o contenedores para facilitar su posterior transporte, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición. Todos los residuos generados se clasificarán según su tipo y se almacenarán temporalmente en recipientes debidamente marcados según corresponda, en áreas provistas de techo y superficie endurecida. Posteriormente, de acuerdo a su naturaleza, serán enviados a empresas que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental a que haya lugar, de conformidad con las normas vigentes.</p> <p>Durante las diferentes etapas y actividades del proyecto se pueden generar residuos sólidos domésticos e industriales. Los domésticos se subdividen en orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos, su disposición final consiste, de manera general, en la entrega a terceros con licencia ambiental vigente o empresas recicladoras en la región, entrega a relleno sanitario autorizado.</p> <p>Para el caso de los residuos industriales, éstos se dividen en peligrosos y especiales y se generarán, principalmente durante las etapas de construcción, operación – perforación del pozo y pruebas de producción. La disposición final de los residuos peligrosos se basará en la entrega a terceros con licencia ambiental vigente en jurisdicción de CORPORINOQUIA, o a los proveedores de insumos químicos y RAESS para su posible aprovechamiento y/o reciclaje.</p> <p>Los cortes de perforación base agua se podrán almacenar, tratar y disponer en piscinas las cuales dependerán del área destinada y podrán disponerse así: piscina de recibo para mezcla, para disposición, para contingencia y para agua.</p> <p>En caso de utilizar este lodo base aceite, el manejo, tratamiento, transporte y disposición final de los cortes de perforación base aceite, se podrá realizar a través de la entrega a terceros que cuenten con los permisos ambientales vigentes y pertinentes.</p> <p>La disposición final de los residuos sólidos generados debe ejecutarse con base en lo identificado y en las medidas de manejo ambiental establecidas en la ficha de manejo 7.3.3.1.8 Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales, teniendo en cuenta las características de los residuos y las posibilidades tecnológicas, siempre en cumplimiento de la normatividad ambiental.</p>
<b>MATERIALES SOBANTES DE CORTE Y EXCAVACIÓN</b>	<p>Se ubicarán inicialmente dentro de las Localizaciones, y si por capacidad de volumen es superado en una localización se proyectará un ZODME centralizado donde se llevará el material que no se pueda colocar dentro de la localización, dentro de una localización, se podrá transportar el material a otras localizaciones o en las ZODME centralizadas; aplicando las técnicas ambientales de prevención, control y mitigación, para la correcta disposición y manejo de los materiales sobrantes de excavación, buscando causar el menor deterioro posible al medio ambiente en el área de influencia directa del proyecto.</p> <p>Tendrán un área máxima de 1,0 ha dentro de las localizaciones, para la conformación del material sobrante con un volumen de 20.000 m<sup>3</sup>, la cual puede ser fragmentada en varias áreas pequeñas que no superen este valor y la construcción de hasta 10 ZODME localizados en el proyecto exploratorio Berilo LLANOS 38.</p> <p>Además se podrán ubicar en áreas cercanas a las vías, un área máxima de 2.0 ha (ZODME centralizado) cada una, para la conformación del material sobrante con un volumen de 60.000 m<sup>3</sup>; bajo las mismas características anteriores, teniendo en cuenta la facilidad en el acarreo y disposición del material y la adecuación de hasta tres ZODME centralizados en el proyecto exploratorio LLANOS 38.</p>

Fuente: Antea Group, 2014

### 2.3.2.9.1 Captación de agua superficial

Con el fin de contar con el agua necesaria para el desarrollo de obras civiles del proyecto, la captación se realizará en los drenajes y sitios autorizados para la ejecución del **APE BERILO LLA-38**. Desde estos sitios se podrá almacenar y transportar el agua hacia los frentes de trabajo por medio de carro tanques y/o líneas de flujo.

Para ingresar a estos puntos se contará con carretables de bajas especificaciones a los que se les hará una adecuación (zona de parqueo para captación, mejoramiento de sub rasante y/o colocación de afirmado) y en el caso de requerir se construirá una vía nueva, teniendo en cuenta el sistema a implementar, ya sea con carro tanque o por medio de líneas de flujo hasta el sitio donde se encuentre dicho carro - tanque. Asimismo, es posible que se necesite la construcción de nuevas vías para acceder a los sitios de captación (**Figura 2-79**).



**Figura 2-79 Sitios Solicitados para Captación del APE BERILO LLA-38**  
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

El agua para consumo humano se comprará en los cascos urbanos, en presentación de botellones y será transportada hasta el área por el contratista que ejecute las obras. En la **Tabla 2-81** se describe los accesos a las fuentes de captación superficial solicitadas para el desarrollo del **APE BERILO LLA-38**.

**Tabla 2-81 Accesos a las fuentes solicitadas de la captación del agua superficial**

PUNTO	DESCRIPCIÓN DEL ACCESO	ADECUACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
C-1	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0924658E – 1265852N), se transita por la Vía 2 desde el Centro poblado de Puerto Nariño en sentido sureste hasta la abscisa K3+200 aproximadamente, llegando a la franja de captación sobre el Río Banadía.</p> <p>Se ubica esta franja de captación al costado de la vía que se encuentra pavimentada y que comunica los centros poblados de Puerto Nariño y La Esmeralda, en la vereda Bocas de Banadía del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 2 requiere reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	
C-2	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0925570E – 1270283N), se transita por la Vía 3 desde el centro poblado Puerto Nariño en sentido noreste hasta la abscisa K0+950 aproximadamente, luego toma la Vía 3-4 hasta la abscisa K2+200 aproximadamente, posteriormente se transita por la Vía 3-5 hasta la abscisa K1+800 aproximadamente finalmente en sentido sur se toma un camino tipo huella con una longitud de aproximadamente 150 metros hacia la franja de captación sobre el Río Banadía.</p> <p>Se ubica esta franja de captación al costado norte del río en la vereda Charo Bajo 1 del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 2, la Vía 3-4 y la Vía 3-5 requieren reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	
C-3	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0922299E – 1268009N), se transita por la Vía 3 desde el Centro poblado Puerto Nariño en sentido noreste hasta la abscisa K0+850 aproximadamente, llegando a la franja de captación sobre el Río Madre Vieja.</p> <p>Se ubica esta franja de captación al cualquier de los dos costados del río en la vereda Banadía y Charo Centro 2 del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 3 requiere reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	

PUNTO	DESCRIPCIÓN DEL ACCESO	ADECUACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
C-4	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0931033E – 1263429N), se transita por la Vía 2 desde el centro poblado de Puerto Nariño en sentido sureste hasta la abscisa K10+100 aproximadamente, llegando a la franja de captación sobre el Caño Hormiga.</p> <p>Se ubica esta franja de captación al costado de la vía que se encuentra pavimentada y que comunica los centros poblados de Puerto Nariño y La Esmeralda, en la vereda Caño Boga del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 2 requiere reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	
C-5	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0931959E – 1262436N), se transita por la Vía 2 desde el centro poblado de Puerto Nariño en sentido sureste hasta la abscisa K11+150 aproximadamente, luego toma la Vía 9 hasta la abscisa K0+650 aproximadamente, finalmente llega a la franja de captación sobre el Caño Pajuila.</p> <p>Se ubica esta franja de captación a ambos costados del caño en la vereda Caño Boga del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 2 y la Vía 9 requieren reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	
C-6	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0931463E – 1263228N), se transita por la Vía 2 desde el centro poblado de Puerto Nariño en sentido sureste hasta la abscisa K10+500 aproximadamente llegando a la franja de captación sobre el Caño Cascarrón.</p> <p>Se ubica esta franja de captación al costado de la vía que se encuentra pavimentada y que comunica los centros poblados de Puerto Nariño y La Esmeralda, en la vereda Caño Boga del municipio de Saravena.</p>	<p>La Vía 2 requiere reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes.</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación</p>	

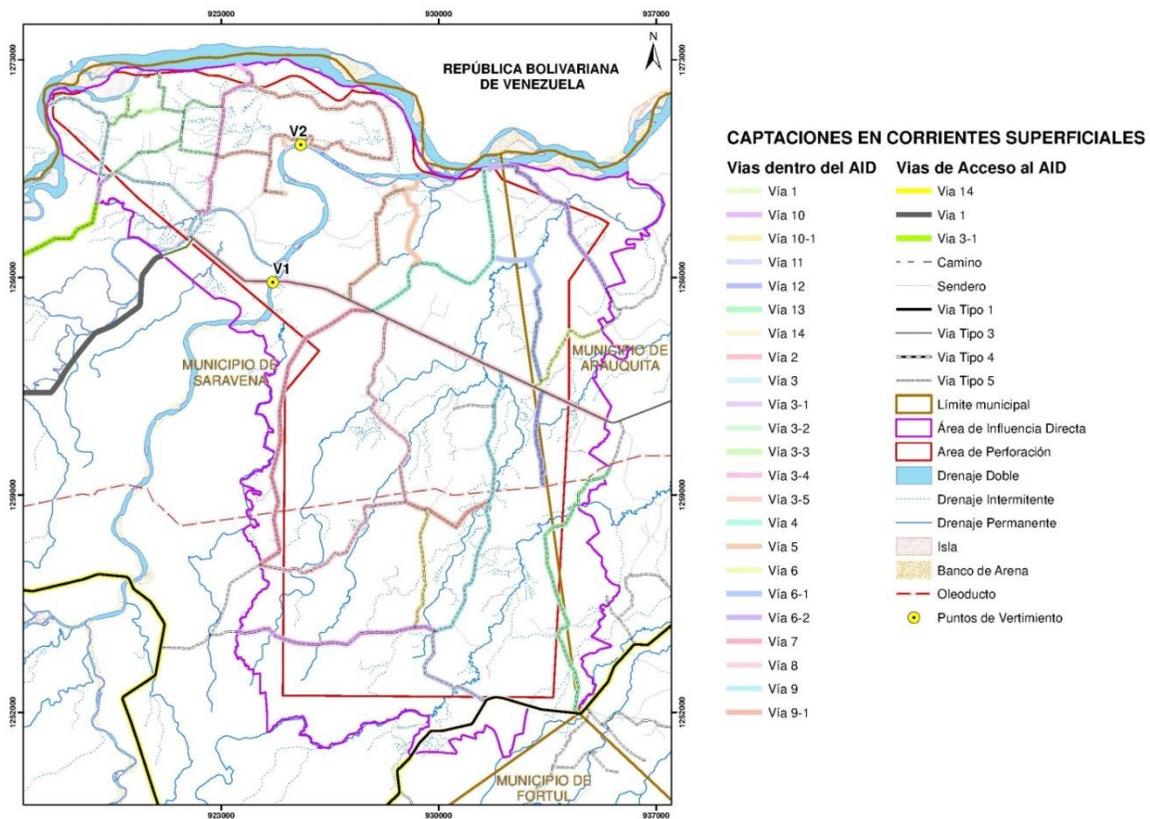
PUNTO	DESCRIPCIÓN DEL ACCESO	ADECUACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
C-7	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0933001E – 1266586N); se transita por la Vía 2 desde el Centro poblado Puerto Nariño en sentido nororiente hasta la abscisa K12+500, luego se toma la Vía 6 hasta la abscisa K0+300 aproximadamente, posteriormente se transita por la Vía 6-1 hasta la abscisa K4+200 aproximadamente, hasta la franja de captación sobre el Caño Cascarrón.</p> <p>Se ubica esta franja de captación a ambos costados del caño en la vereda Pueblo Nuevo del municipio de Arauquita.</p>	<p>La Vía 2 y la Vías 6-1 requieren reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	
C-8	<p>El punto de captación se encuentra en la coordenada (0934109E – 1268340N), se transita por la Vía 2 desde el Centro poblado Puerto Nariño en sentido nororiente hasta la abscisa K12+500, luego se toma la Vía 6 hasta la abscisa K4+300 aproximadamente, posteriormente se transita por la Vía 6-2 hasta el K3+900 aproximadamente, la cual se llega a la franja de captación sobre el Caño Cascarrón.</p> <p>Se ubica esta franja de captación a ambos costados del caño en la vereda Pueblo Nuevo del municipio de Arauquita.</p>	<p>La Vía 2, la Vía 6-1 y la Vía 6-2 requieren reparcho en algunos tramos y limpieza de las obras de drenaje existentes</p> <p>Se requiere construcción de un nuevo acceso para el estacionamiento de los carro-tanques y el ingreso a la franja de la captación.</p>	

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

### 2.3.2.9.2 Infraestructura existente para acceso a los Vertimientos

Los vertimientos se realizarán en sitios autorizados. Desde los frentes de trabajo se podrá transportar el agua residual tratada al cuerpo de agua autorizado.

Para ingresar a estos puntos se contará con carreteables de bajas especificaciones a los que se les hará una adecuación (zona de parqueo para captación, mejoramiento de sub rasante y/o colocación de afirmado), en el caso de requerir se construirán nuevos accesos, teniendo en cuenta el sistema a implementar, carro - tanque o por medio de líneas de flujo hasta el sitio donde estará ubicado el carro - tanque. Asimismo, es posible que se necesite la construcción de nuevas vías para acceder a los sitios de captación (**Figura 2-80**).



**Figura 2-80 Sitios Solicitados para Vertimiento del APE BERILO LLA-38**

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

La ubicación de Los puntos de vertimiento V-1 y V-2 corresponde a la ubicación de los puntos de captación C-1 y C-2, respectivamente. Ver **Tabla 2-81**.

### 2.3.2.4 Perforación de pozos

Como se mencionó anteriormente Ecopetrol S.A., solicita en el **APE BERILO LLA-38**, la autorización para perforar de hasta cinco (5) pozos exploratorios por localización, de aproximadamente 17.000 pies de profundidad, con posible reconversión de un pozo a inyector por localización.

Para el **APE BERILO LLA-38** en cada pozo proyectado, se espera alcanzar una profundidad máxima de 17.000, donde se encuentran las formaciones geológicas que presentan algunas arenas de la Unidad C7 en la Formación Carbonera

#### 2.3.2.4.1 Equipos, maquinaria, procesos y sistemas para perforación

La perforación de los pozos productores e inyectores, será realizada de forma convencional utilizando un equipo de mesa rotaria, para el taladramiento de un hueco con dimensiones variables que dependerán de las condiciones en subsuelo, alcanzando una profundidad máxima de hasta 17.000 pies. La perforación tendrá lugar en etapas, de tal manera que el tamaño del pozo en la parte superior es más ancho y en las partes inferiores cada vez más angosto, dando de esta manera consistencia y evitando derrumbes; en esta actividad son utilizadas brocas y tubería de menor tamaño en cada sección. A medida que se profundiza en el hueco, éste es revestido con tubo de acero al carbón soportado con cemento alrededor (entre el anular, dejado por el mismo revestimiento y las formaciones alledañas).

La función del revestimiento será mantener estables las paredes del pozo, evitando su derrumbe y aislando los diferentes estratos perforados. El último tramo de la tubería de revestimiento es llamado "liner de producción" y es fijado con cemento al fondo del pozo. Al finalizar la perforación el pozo queda literalmente entubado (revestido) desde la superficie hasta el fondo, lo que garantiza su consistencia y facilita posteriormente la extracción del petróleo en la etapa de producción.

Durante la perforación será fundamental la circulación permanente de lodo de perforación que podrá ser base agua o base aceite según la etapa operativa del proyecto, el cual da consistencia a las paredes del pozo, enfría la broca y saca a la superficie el material triturado. El lodo será inyectado entre la tubería y la broca y asciende por el espacio anular que hay entre la tubería y las paredes del hueco.

A partir de los cortes generados en la perforación, son extraídas muestras para el análisis e identificación de hidrocarburos impregnados a las formaciones atravesadas. Simultáneamente también son tomados registros eléctricos que ayudan a diferenciar los tipos de formación y determinar propiedades litológicas de las rocas, tales como densidad, porosidad y saturaciones de gas, petróleo y/o agua.

Para el proceso de perforación de los diferentes pozos, se usará un taladro convencional de rotación, como el mostrado en la **Figura 2-81**. Las especificaciones de potencia requeridas para el taladro, oscilan entre los 2000 y 3000 HP.

#### ➤ **Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal para operación**

La **Tabla 2-82**, incluye los principales equipos que hacen parte del proceso de perforación. Simultáneamente al equipo de perforación, la operación requiere elementos auxiliares, tales como: tuberías, bombas, tanques, un sistema de seguridad que consiste en válvulas de cierre del pozo para su control, operaciones de rutina y cierres en caso de presentarse un reventón, generadores eléctricos de distinta capacidad según el tipo de equipo, la unidad de registros eléctricos y el equipo para las pruebas de producción.

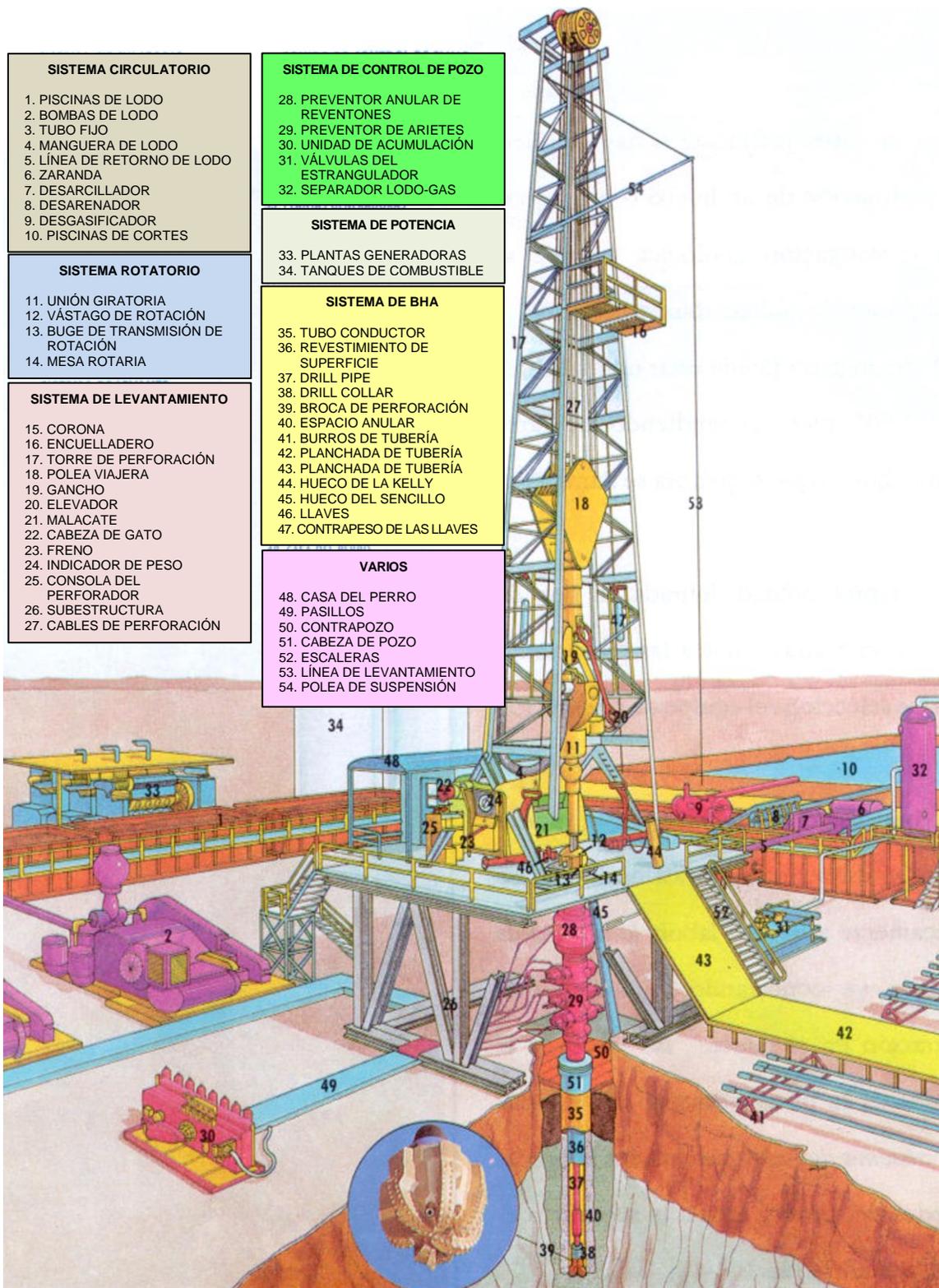


Figura 2-81 Taladro de perforación convencional

Fuente: Ecopetrol S.A. 2010

**Tabla 2-82 Equipos principales para el proceso de perforación**

EQUIPO / HERRAMIENTA	ACCESORIOS	DESCRIPCIÓN
Equipo de control de pozos (BOP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de volumen del tanque</li> <li>- Indicadores de flujo de lodos</li> <li>- Contador de carreras de la bomba</li> <li>- Indicador de llenado del hueco</li> <li>- Tanque de viajes Preventoras de reventones (BOP stack): arietes ciegos, arietes de corte, Preventoras anulares, carrete de perforación, línea de matado, línea del estrangulador, línea de desviación</li> </ul>	<p>El sistema de control de pozos evita el flujo descontrolado de fluidos de la formación dentro del hueco. Un amago de reventón ocurre cuando la broca penetra una formación permeable cuyos fluidos están a una presión superior a la presión hidrostática ejercida por el fluido de perforación. Una falla en el sistema de control de pozos puede resultar en un reventón. El sistema de control de pozos permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detectar el amago de reventón</li> <li>- Cerrar el pozo en la superficie.</li> <li>- Circular el pozo bajo presión para eliminar los fluidos de la formación y aumentar la densidad del lodo.</li> <li>- Mover la sarta de perforación bajo presión.</li> <li>- Desviar el flujo lejos del personal y el equipo del Taladro.</li> </ul>
Equipo de control de sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desgasificador</li> <li>- Zandas Vibratorias (Shale Shaker)</li> <li>- Desarenador</li> <li>- Separador de Limos</li> <li>- Separador Centrifugo</li> </ul>	<p>El proceso de controlar (reducir) la concentración de sedimentos sólidos tales como arena fina y limos contenidos en el lodo de perforación, los cuales aumentan el peso del lodo y degradan las propiedades de flujo del fluido. Los objetivos del equipo de control de sólidos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservar las propiedades del lodo de perforación.</li> <li>- Remover los sólidos con el menor contenido posible de fluidos.</li> <li>- Lograr la mejor eficiencia en el proceso de remoción de sólidos.</li> <li>- Reducir la generación de residuos.</li> </ul>
Manejo de residuos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centrifuga decantadora</li> <li>- Tanque de Recolección de Lodo</li> <li>- Tanque de Polímero</li> <li>- Bombas de Alimentación</li> <li>- Tanque de Dilución de Agua</li> <li>- Tanque de Coagulación</li> <li>- Bomba de Coagulante</li> <li>- Mezclador estático</li> <li>- Tanque de Agua Limpia</li> </ul>	<p>Incluye dos procesos: deshidratación y tratamiento del agua.</p> <p><b>Deshidratación:</b> En este procedimiento se utilizan productos químicos para separar el agua de los sólidos. El sistema de deshidratación procesa todos los residuos líquidos que se generan durante las operaciones (residuos provenientes del fluido de perforación y del cemento).</p> <p><b>Tratamiento de Agua:</b> El agua se analiza para determinar la concentración adecuada de los productos químicos para un tratamiento óptimo. Después del tratamiento, se bombea el agua hacia el catch tank, donde se almacena hasta el momento de su disposición final.</p>
Unidad de registros de lodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grabadora electrónica (sensores)</li> <li>- Totalizador de volúmenes en tanque (Sensores de flujo)</li> <li>- Sistema de gas total</li> <li>- Sistema de alarma de gases peligrosos (Sensores de LEL y H<sub>2</sub>S)</li> <li>- Unidad de Registros de Lodo</li> </ul>	<p>La operación de registros incluye la observación y el examen microscópico de los cortes de perforación, y la evaluación del hidrocarburo de gas y sus componentes, los parámetros químicos y mecánicos el fluido de perforación o del modo de perforación, y la recolección de toda la demás información necesaria en relación con los parámetros de perforación.</p>
Equipo para correr el casing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prensa hidráulica con unidad completa</li> <li>- Bowl and slips</li> <li>- Elevador de puerta lateral</li> <li>- Elevador de junta única</li> <li>- Abrazadera de seguridad</li> <li>- Clamp-on thread</li> <li>- Manual belt tong</li> </ul>	<p>Facilitar la corrida segura y eficiente de la tubería, minimizar los riesgos en el sitio del pozo y reducir el tiempo improductivo.</p>
Unidad de cementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidad para el cemento</li> <li>- Mezclador de baches</li> <li>- Cemento y aditivos</li> <li>- Zapata de flotación</li> <li>- Collar de flotación</li> <li>- Tapones (superior e inferior)</li> <li>- Anillos de retención</li> <li>- Centralizador</li> <li>- Laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislar el ánulo superior de la mayor presión de una sección más baja recién perforada;</li> <li>- Sellar el ánulo para evitar que los fluidos migren por detrás del casing</li> <li>- Proteger el casing contra fluidos corrosivos que puedan encontrarse en la formación como CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S, y colgar o apoyar estructuralmente el casing.</li> <li>- El cemento también se utiliza para taponar los pozos.</li> </ul>

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

#### 2.3.2.4.2 Procesos de perforación

Los procesos desarrollados están relacionados directamente con la actividad de la perforación y con los residuos generados por esta misma, teniendo en cuenta la transformación de las sustancias utilizadas. La profundidad de perforación será aproximadamente de hasta 17.000 pies.

Durante la perforación de cada uno de los pozos productores en el **APE BERILO LLA-38**, está contemplado utilizar el sistema de rotación, el cual opera dando peso a la broca por medio de la sarta de perforación, generando una fuerza hidráulica en las boquillas de la broca por medio de la inyección a alta presión del lodo de perforación e imprimiendo una fuerza de rotación sobre toda la sarta.

Por medio de drill-collar, es aplicado peso sobre la sarta y el sistema es girado por medio de la fuerza motriz aplicada por los motores a la mesa rotaria, permitiendo la rotación de la tubería, lo anterior con el fin de atravesar las diferentes formaciones del subsuelo.

Utilizando las bombas de lodo del taladro es realizada la inyección a presión del lodo de perforación, el cual viaja por el interior de la sarta de perforación y sale por las boquillas o jets de la broca en el fondo del pozo. Los rípios de perforación generados por el corte de la broca sobre las diferentes formaciones atravesadas son transportados a superficie mediante el lodo por el espacio anular generado entre el hueco y la sarta de perforación.

Una vez los cortes están en superficie, son separados del lodo mediante el equipo de control de sólidos del taladro (scalper, desilter, desander, mud cleaner) y por los equipos de la compañía contratista de tratamiento de cortes de perforación (centrífugas, tornillo sinfín y catch tank); y una vez el libre de rípios es recirculado de nuevo al hueco generando un sistema cíclico y cerrado de operación.

La perforación de cada pozo es hecha por etapas, por medio del sistema de levantamiento la tubería es elevada para el cambio de esta y el cambio de la broca al terminar cada etapa; o al atravesar una formación que requiera un tipo especial de broca. A medida que aumente la profundidad de perforación, disminuirá el diámetro de la broca y tuberías empleadas.

Para proteger las paredes del hueco por derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema inherente a las actividades de perforación, este es revestido con tubos de acero al carbón de tamaño adecuado, cementados por secciones; el cemento es desplazado en ascenso por el espacio anular, donde finalmente solidifica. De esta forma, los revestimientos quedarán adheridos a las paredes del hueco y anclados gracias al soporte del casing, evitando el ingreso de fluidos desde la formación productora por el espacio anular.

#### ➤ **Sistemas para perforación**

Antes de iniciar las operaciones de perforación de los pozos productores Ecopetrol, verificará que los equipos cumplan con los requerimientos mínimos en cuanto a:

- Máxima capacidad de carga, la cual está relacionada con la profundidad final del pozo, peso de la tubería y revestimiento a utilizar.
- Potencia requerida por el malacate, mesa rotaria y bombas.
- Sistema de lodo de perforación y campamentos.

El taladro de perforación convencional utilizado para la perforación de los pozos, consta de varios sistemas para su operación: sistema de rotación, sistema de levantamiento, sistema circulatorio, sistema de potencia y sistema de control de pozo.

### Sistema de Rotación

La función de este sistema es proporcionar el movimiento rotatorio a la tubería de perforación y la broca. Involucra equipos y herramientas de la mesa rotaria así como las tuberías para la perforación del pozo. Está compuesto por la unión giratoria o swivel; la mesa rotaria (**Fotografía 2-83**), donde está ubicada la caseta del perforador; herramientas tales como llaves de potencia y llaves hidráulicas para realizar conexiones entre juntas de tubería; buje principal; buje de manejo; vástago de rotación; buje del vástago; sarta de perforación.



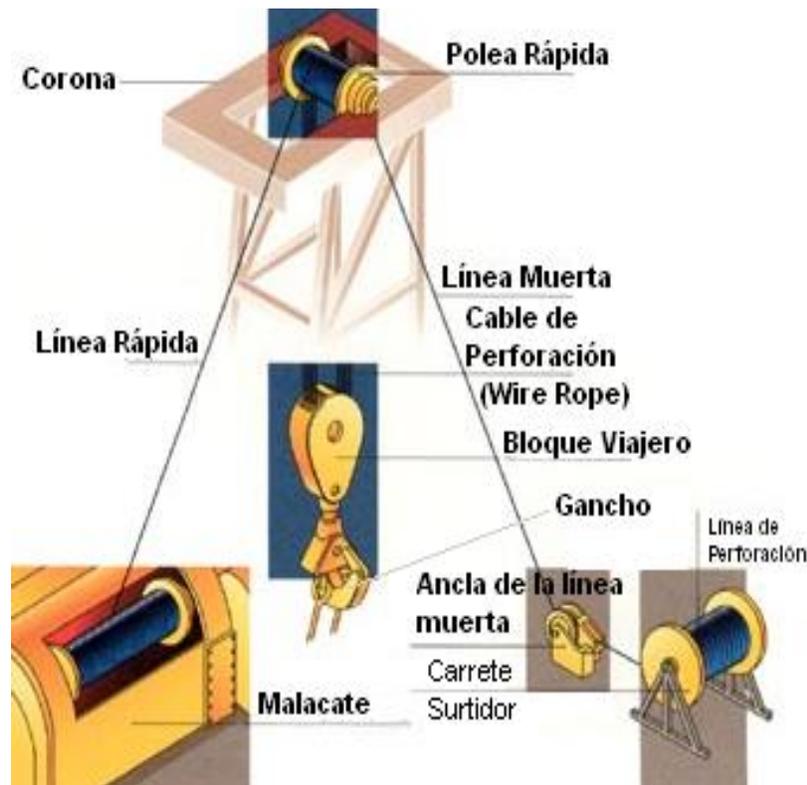
**Fotografía 2-83** Equipo de mesa rotaria

Fuente:

[http://www.siteadmin.no/files/1178891769\\_2007May-allunits-PKG039.jpg](http://www.siteadmin.no/files/1178891769_2007May-allunits-PKG039.jpg)

### Sistema de Levantamiento

Está conformado por la torre de perforación; la subestructura de la torre; el bloque viajero y la corona donde están ubicadas las poleas y el malacate. Es utilizado principalmente para levantar y sostener la tubería de perforación, así como realizar las conexiones y acomodar la tubería de perforación durante los cambios de broca o sarta de perforación. La subestructura soporta el peso de la torre, el peso máximo de las paredes de tubería de perforación, el máximo peso de juntas de tubería que puede ser suspendida del bloque viajero y el peso de la tubería suspendida top drive (**Figura 2-82**).



**Figura 2-82 Sistema de levantamiento**

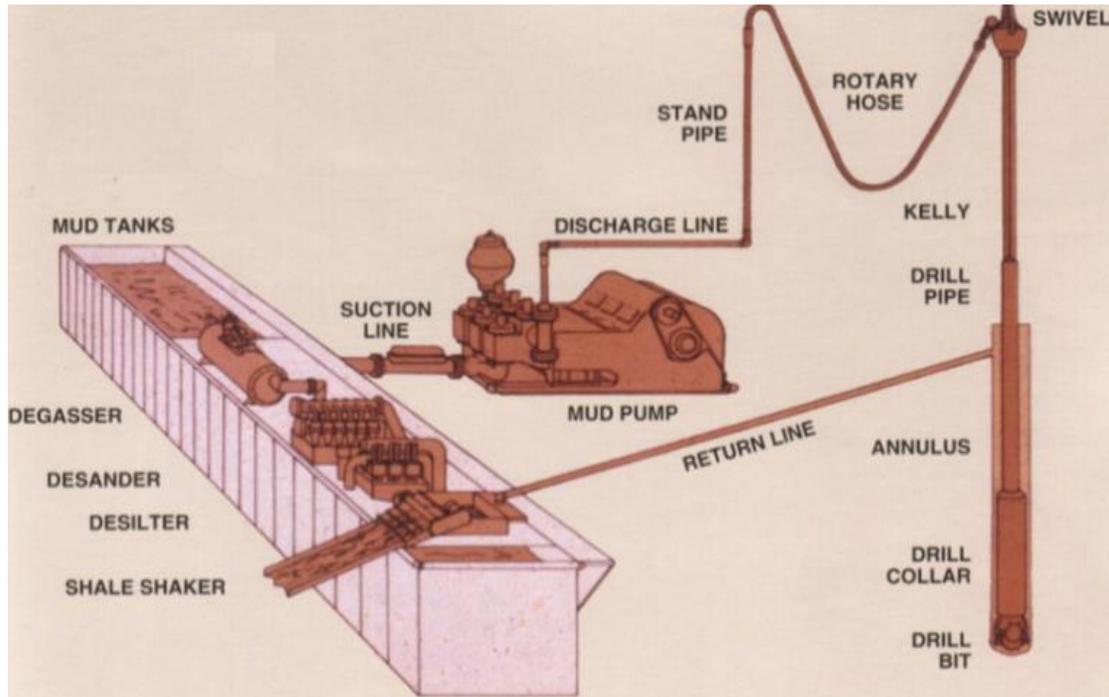
Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

### Sistema circulatorio

Su función principal es recircular de forma continua el lodo de perforación, en un sistema cerrado y cíclico, que inicia en las piscinas desde donde desciende por la tubería hasta la broca y de allí asciende hasta superficie por el anular. El fluido de perforación o lodo cumple básicamente con las siguientes funciones: arrastre hasta superficie de los cortes de perforación; contrarrestar las presiones de las formaciones; evitar derrumbes en el hueco; refrigerar y lubricar la broca y la tubería de perforación.

La **Figura 2-83**, esquematiza el sistema de circulación, cuyo proceso puede describirse de la siguiente manera: El lodo de perforación es preparado inicialmente en los tanques de lodo (mud tanks), y desde allí bombeado por medio de una línea-manguera (discharge line-stand pipe) al interior de los tubos de la sarta de perforación (drill pipe) hasta la broca (drill bit), en donde retorna hasta la superficie por el espacio anular existente entre la tubería de perforación y la pared del hueco (annulus), llegando a superficie, donde es descargado por medio de una tubería (return line) hasta un conjunto de tres zarandas (shale shaker) donde los cortes de perforación son separados del lodo. (Ver **Fotografía 2-84**)

Finalmente el lodo de perforación pasa a través de un sistema de tratamiento compuesto por scalpers, desilter, desarenador (desander), limpiador de lodo (mud cleaner), centrífugas y un desgasificador (degasser), donde son separados los sólidos finos y gruesos, de allí pasa nuevamente a los tanques de almacenamiento (mud tanks) donde son ajustadas las propiedades reológicas, mediante la adición de productos químicos para volverlo a circular por el sistema impulsado por la línea de succión (suction line) a las bombas de lodos (mud pumps) usadas de acuerdo a las necesidades de circulación.



**Figura 2-83 Circuito del sistema de circulación**

Fuente: Tomado y ajustado de < <http://es.scribd.com/doc/63701057/esquema-explicado-del-sistema-de-circulacion-del-fluido-de-perforacion> >



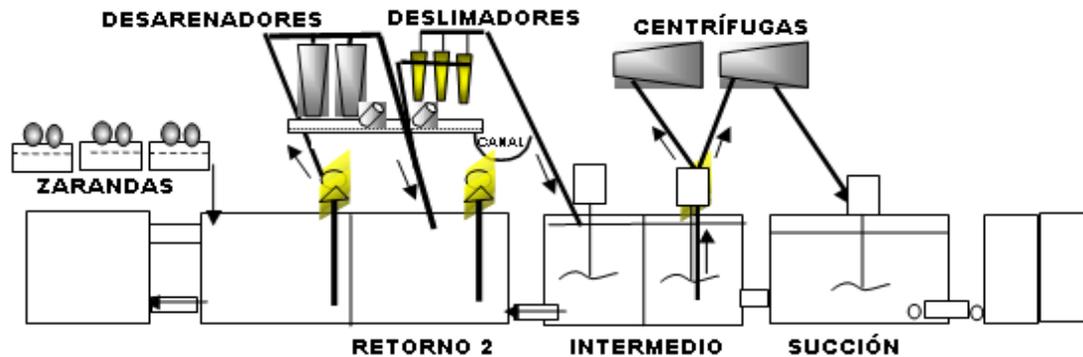
**Fotografía 2-84 Dique en sacos rellenos para zona de combustibles**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

La **Figura 2-84**, muestra los principales elementos del equipo de control de sólidos para el sistema de circulación.

### **Desgasificador**

Elimina cualquier fluido gaseoso o volátil que provenga del subsuelo, que esté incluido en el lodo y que pueda afectar el normal desempeño del equipo de perforación, tanto en el aspecto humano como mecánico (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, metano, otros).



**Figura 2-84 Conjunto de equipos de control de sólidos**

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

### **Zaranda Vibratoria (Shale Shaker):**

Consiste en un conjunto de mallas vibratorias cuyo tamaño generalmente se encuentra en un rango de 24 a 325 mesh. Este equipo retira sólidos de tamaño medio como guijarros y arenas gruesas contenidas en el fluido de perforación, representando la primera línea de defensa contra la acumulación de sólidos.

### **Desarenador:**

Dispositivo empleado para la separación de partículas tamaño arena y sólidos mayores, a través del uso de uno o más hidrociclones. El desarenador de ciclón viene de 10 y 12 pulgadas de diámetro (los conos desarenadores de 10 pulgadas de diámetro son recomendables ya que proveen la mejor combinación de separación y capacidad).

### **Desarcillador:**

Compuesto por hidrociclones de menor tamaño que un desarenador, que permite remover partículas más pequeñas (15 micrones). El fluido es bombeado tangencialmente por el interior de uno o varios ciclones (conos), dentro de los cuales la rotación del fluido provee una fuerza centrífuga suficiente para separar las partículas densas por efecto de su peso.

### **Centrífugas:**

Como los hidrociclones, las centrífugas de decantación incrementan la fuerza causando separación de sólidos mediante el incremento de fuerza centrífuga. En los sistemas de fluidos de perforación densificados, las centrífugas de decantación recuperan hasta un 95% de barita, la cual se regresa al sistema activo al mismo tiempo que se desechan los sólidos más finos y de gravedad específica más baja.

En los sistemas de deshidratación mejorados químicamente, las centrífugas disminuyen en gran medida los volúmenes de descarga de líquidos y mejoran palpablemente la eficiencia del sistema de control total de sólidos. Es un instrumento usado para la separación mecánica de sólidos de elevado peso específico (arcillas y limos generalmente) suspendidos en el fluido de perforación y para reducir la densidad del lodo, evitando adicionar líquidos o generar incrementos en el volumen.

En la actualidad el sistema de bombas dúplex, es más utilizado debido a que con ellas se obtienen altas eficiencias volumétricas, son fáciles de operar al igual que su mantenimiento y

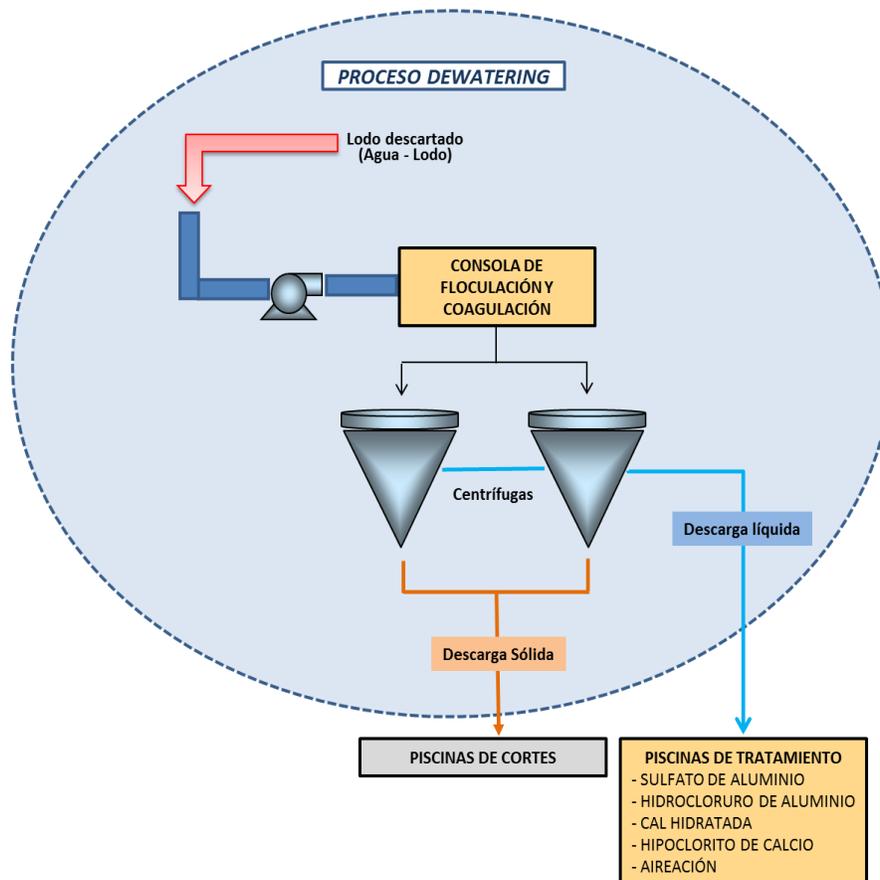
trabajan en un amplio rango de presión a diferentes tasas de flujo con tan sólo cambiar las camisas de las bombas o los cambios de velocidad.

Los equipos destinados para el mantenimiento del fluido de perforación, estará conformado por centrífugas decantadoras cuya cantidad, diámetro, longitud y caudal dependerán de los requerimientos de cada pozo a perforar.

### Proceso Dewatering

Este proceso, se usará para separar las fases sólido-líquido del lodo base agua descartado, fluidos residuales acuosos provenientes del contrapozo, skimmer, remanentes del sistema de control sólidos y sistema activo de lodos.

En el proceso dewatering (**Figura 2-85**), resultan dos corrientes de residuos: el efluente o agua del proceso y los sólidos descartados en la deshidratación del desecho. El agua separada se reciclará en la preparación de la solución del polímero, para el mismo proceso dewatering o hacia el sistema de lodo base agua como dilución o como fluido base para la preparación de lodo nuevo; para esto el agua del dewatering debe cumplir la prueba de compatibilidad con el lodo para no afectar sus propiedades físicas y reológicas.



**Figura 2-85** Proceso Dewatering

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

El exceso de agua en el dewatering, se enviará al sistema de tratamiento de aguas para mezclarlas con las aguas residuales, proceso en el cual se tiene la posibilidad de reciclarla, para preparación del lodo, como agua de lavado o enfriamiento de equipos.

Los sólidos del dewatering separados por las centrífugas decantadoras, se descargarán en un catch tank, destinado para este tipo de sólidos con el fin de asegurar su correcta segregación.

### **Floculación selectiva con poliacrilamida**

La floculación selectiva es el proceso en el que las centrífugas decantadoras trabajan directamente al sistema activo para mantener las propiedades del lodo (MBT- Methylene Blue Test, controlar el porcentaje de sólidos de baja gravedad y eliminación de sólidos reactivos) con ayuda química de polímeros (poliacrilamida) cuyo efluente será retornando al sistema activo.

El objetivo de este procedimiento es controlar el MBT por la incorporación de arcillas reactivas altamente solubles y reciclar el fluido base (agua), tanto como sea posible, el efluente del proceso de floculación selectiva recuperando de esta manera, el valor de productos del fluido de perforación en el sistema activo y minimizando la generación de desechos sólidos y líquidos.

El valor agregado de la floculación selectiva es minimizar la captación de agua para la preparación y/o dilución del lodo lo cual disminuye de manera significativa la disposición de desechos sólidos y líquidos impactando menores áreas para disposición. La floculación selectiva se aplicará en la perforación de formaciones arcillosas altamente solubles en el fluido de perforación.

En los pozos, el sistema de floculación selectiva se configurará utilizando los compartimientos con agitador de la unidad de Dewatering para la preparación de polímero y así realizar la mezcla de la Poliacrilamida en la concentración correspondiente.

### **Sistema de Generación de Energía**

Conjunto de equipos conformado por los motores y/o generadores, que tienen como principal función proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento del equipo de perforación y complementos entre los que están: bombas de lodo; motores que producen el movimiento del malacate para bajar o subir la sarta de perforación, así como proporcionan la energía al equipo top drive y suministran el movimiento de rotación a la sarta de tubería.

Adicionalmente aunque este conjunto proporciona la energía eléctrica para el funcionamiento de los campamentos e instalaciones de apoyo, su principal aplicación está en generar el movimiento de toda la maquinaria y motores del taladro de perforación.

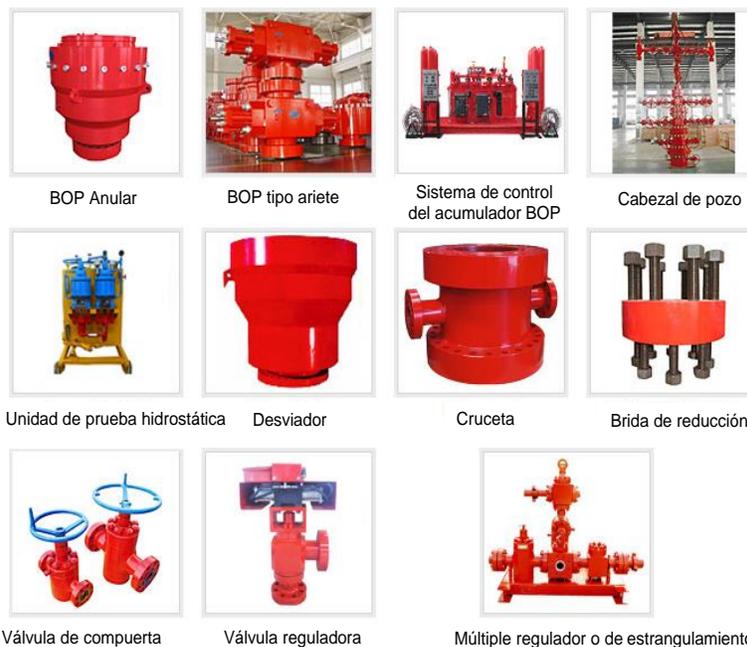
### **Sistema de control de pozo**

Conjunto de equipos e instrumentos que actúan como sistema de seguridad (**Figura 2-86**), ante la posible ocurrencia de un influjo incontrolado de fluidos de la formación hacia el pozo, originado por un desbalance hidrostático.

Dicho sistema permite detectar la arremetida; cerrar el pozo en la superficie; circular el pozo bajo presión para sacar el fluido invasor e incrementar la densidad del lodo; mover la sarta de perforación con el pozo cerrado bajo presión; y desviar el flujo lejos de personal y equipos.

El sistema está compuesto por:

- BOP anulares y/o tipo ariete (RAM), las cuales son válvulas que permiten obturar el espacio anular en diferentes medidas, cuando haya herramientas de perforación dentro del pozo o sellarlo completamente cuando estas no están en su interior.
- Sistema de control del acumulador que permite cerrar un anular o todas las esclusas cuando las bombas no estén en operación y/o abrir una válvula lateral de escape. Este equipo consta de un patín, un tanque de reserva, las botellas del acumulador y un múltiple de válvulas selectoras.
- Cabezal del pozo que permite sellar y controlar el espacio anular, acondicionar la línea de producción de fluidos, controlar la presión de la boca del pozo y cerrar el pozo en actividades especiales como: fracturamiento con acidificación, inyección de agua, realización de pruebas de producción y cierre en caso de un reventón.
- Unidad de prueba hidrostática utilizada para las pruebas de alta presión de las pilas del preventor de reventón de pozo, manguera reguladora y control de presión de la formación por fluido.
- Múltiple regulador que cuando la presión en la boca del pozo se incrementa, actúa para bombear el flujo de perforación a través del múltiple de control de presión para equilibrar la presión en el fondo del pozo, a fin de evitar arremetidas y reventones del pozo. Esta unidad puede usar la tubería de descarga conectada al mismo para realizar la descarga directa de reventones a fin de aliviar la presión del fondo de pozo o para inyectar a través de la válvula de retención, lodo para la fijación del pozo, e inyectar agua o agente extintor hacia la boca del pozo.
- Unidad preventora, encargada de presurizar el fluido necesario para hacer accionar las válvulas e impedir un reventón. El fluido es almacenado en la unidad a una presión normalmente el doble de la requerida en cilindros especialmente diseñados, y son enviados a la válvula de seguridad que se desea abrir o cerrar por medio de válvulas y líneas de alta presión.



**Figura 2-86 Sistema de control de pozos**

Fuente: Tomado y ajustado de <http://bopspareparts.com/blowout-preventers/annular-bop.html>

➤ **Completamiento de pozos**

Una vez perforado el pozo y según la interpretación de los registros eléctricos y el análisis de los cortes de perforación y/o núcleos, se llega a la formación productora, se procede a completarlo ejecutando actividades para realizar las pruebas de producción pertinentes, contando con la introducción, anclaje y empacamiento del método de producción más conveniente.

Se procede a la limpieza del pozo, la cual consiste básicamente en remover el lodo de perforación mediante el bombeo de agua fresca o salobre por la sarta de perforación, y así dejar el pozo listo para la etapa de pruebas cortas de producción.

El objetivo primordial de la selección del completamiento es establecer en forma controlada y segura la comunicación entre el yacimiento y la superficie y así establecer como obtener la máxima producción de la forma más eficiente y económica, por lo tanto, deben estudiarse cuidadosamente los siguientes factores que determinan dicha selección:

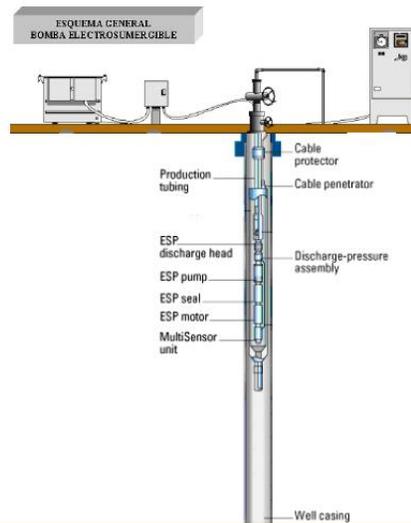
- Tasa de producción requerida.
- Reservas de zonas a completar.
- Mecanismos de producción en las zonas o yacimientos a completar.
- Necesidades futuras de estimulación.
- Requerimientos para el control de arena.
- Futuras reparaciones.
- Consideraciones para el levantamiento artificial por gas, bombeo mecánico, electro sumergible, etc., en los casos donde el yacimiento no proporcione la energía para fluir naturalmente.
- Posibilidades de futuros proyectos de recuperación adicional de petróleo.
- Inversiones requeridas.

Existen varios tipos de completamiento de acuerdo con las características del pozo; entre los más usuales para la etapa de exploración se encuentran:

- Hueco abierto.
- Hueco abierto con tubería ranurada.
- Tubería de revestimiento cañoneada (Perforada).

Los sistemas de levantamiento que usualmente pueden ser utilizados en los pozos se presentan a continuación:

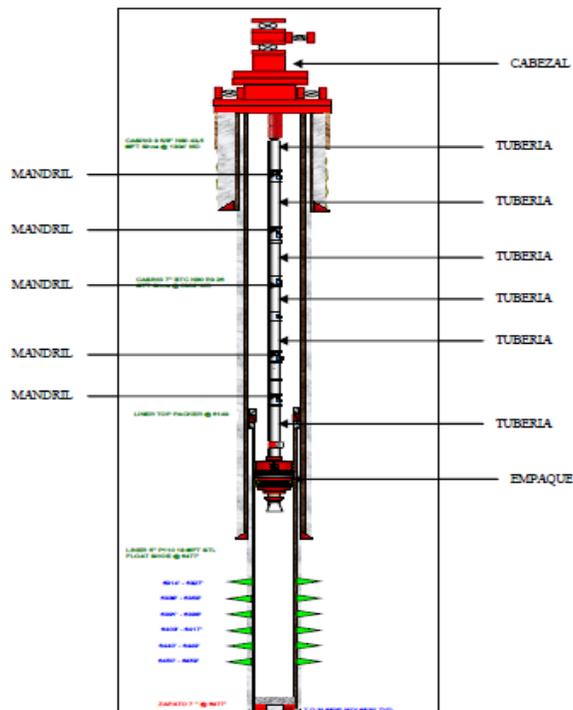
- Bombeo electro sumergible (ESP = ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP): El sistema ESP típico está compuesto por una bomba de fondo, motor de fondo, protectores, cable, intake, la descarga y controles de superficie. El arreglo se suspende en la tubería de producción y este a su vez en el cabezal en superficie, la bomba se encuentra sumergida en el fluido y funciona por medio de un giro inducido por el motor el cual va unido a las facilidades eléctricas. Un arreglo típico de este tipo de levantamiento es el que se muestra en la **Figura 2-87**.



**Figura 2-87 Esquema general de bombeo electrosumergible**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE PRINCESA – Ecopetrol S.A. – Consorcio MEGAOIL,-2013

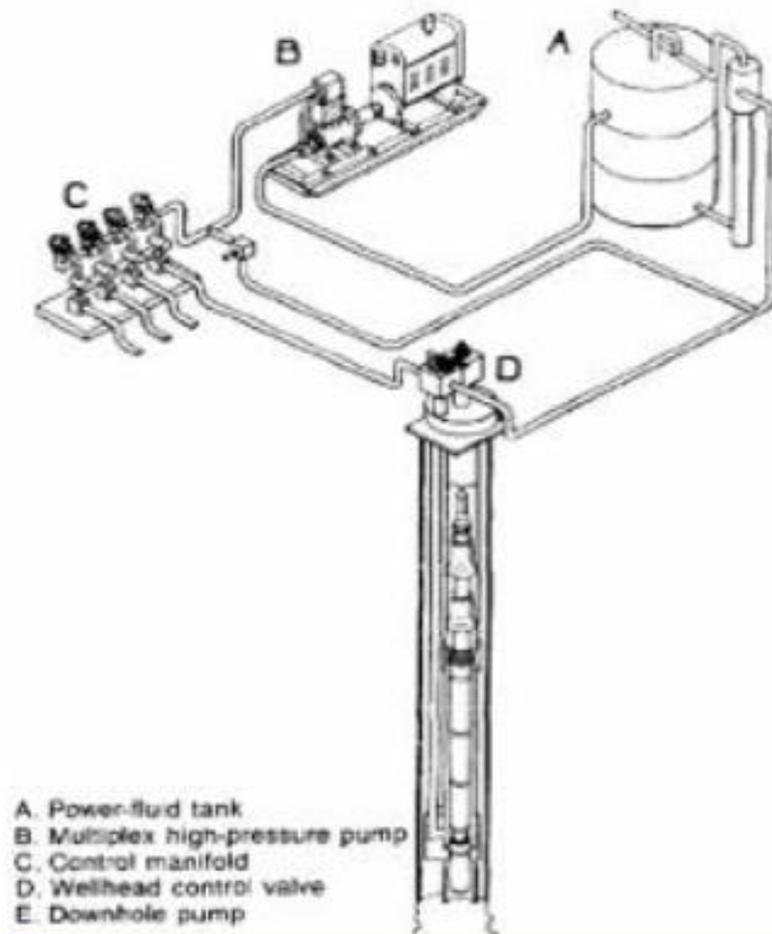
- Sistema gas lift: Utiliza gas que proviene de una fuente externa para complementar el gas que no aporta la formación y levantar los fluidos a superficie. Se compone básicamente de un juego de válvulas de fondo espaciadas por tubería la cual está sostenida al cabezal en superficie, la muestra una sarta tipo de gas lift. Ver **Figura 2-88**.



**Figura 2-88 Esquema tipo sarta de gas lift**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE PRINCESA – Ecopetrol S.A. – Consorcio MEGAOIL,-2013

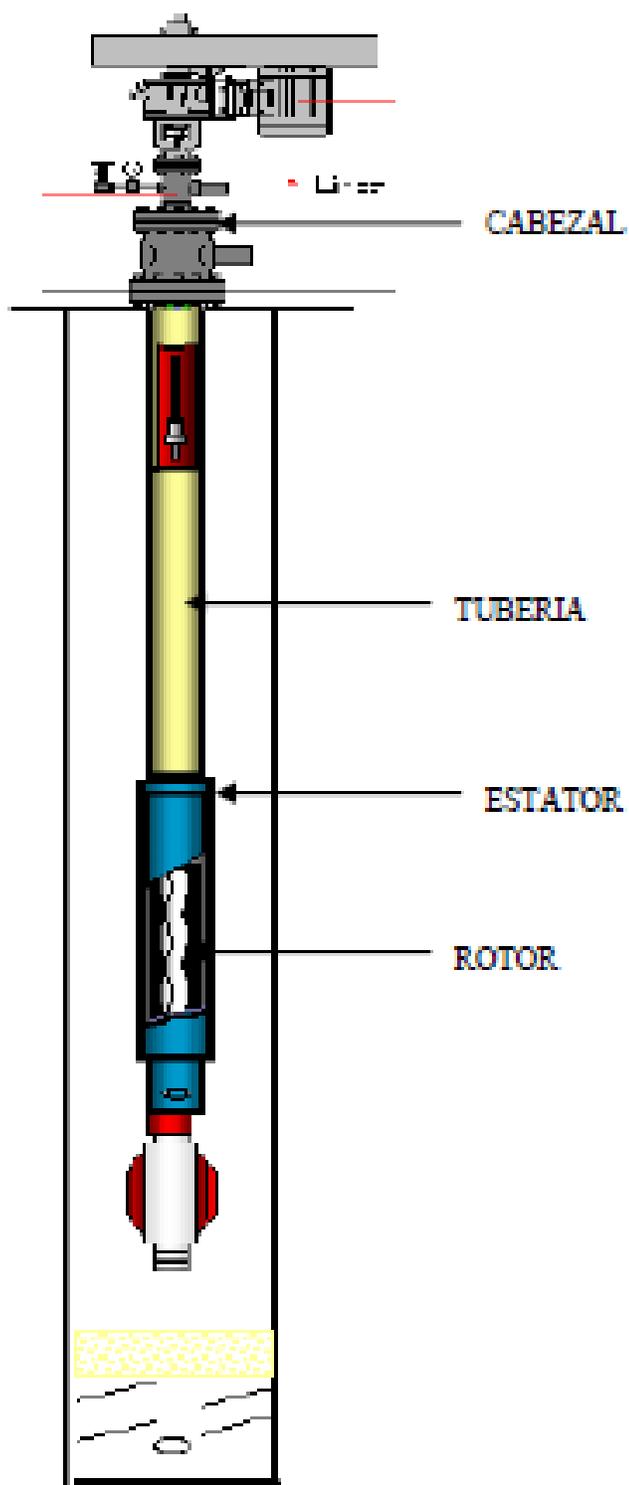
- Sistema por Bombeo Hidráulico: Este sistema transmite la fuerza para levantar los fluidos por medio de un fluido motriz que se inyecta por una bomba de subsuelo tipo jet. El fluido de inyección que comúnmente se emplea se bombea a ratas altas que se mezcla con el petróleo en el fondo y sube a superficie donde este pasa por unas facilidades las cuales ayudan a separar el crudo de la salmuera, el diagrama a continuación muestra tipo de una instalación de un levantamiento con bombeo hidráulico (Ver **Figura 2-89**).



**Figura 2-89 Esquema general por bombeo hidráulico**

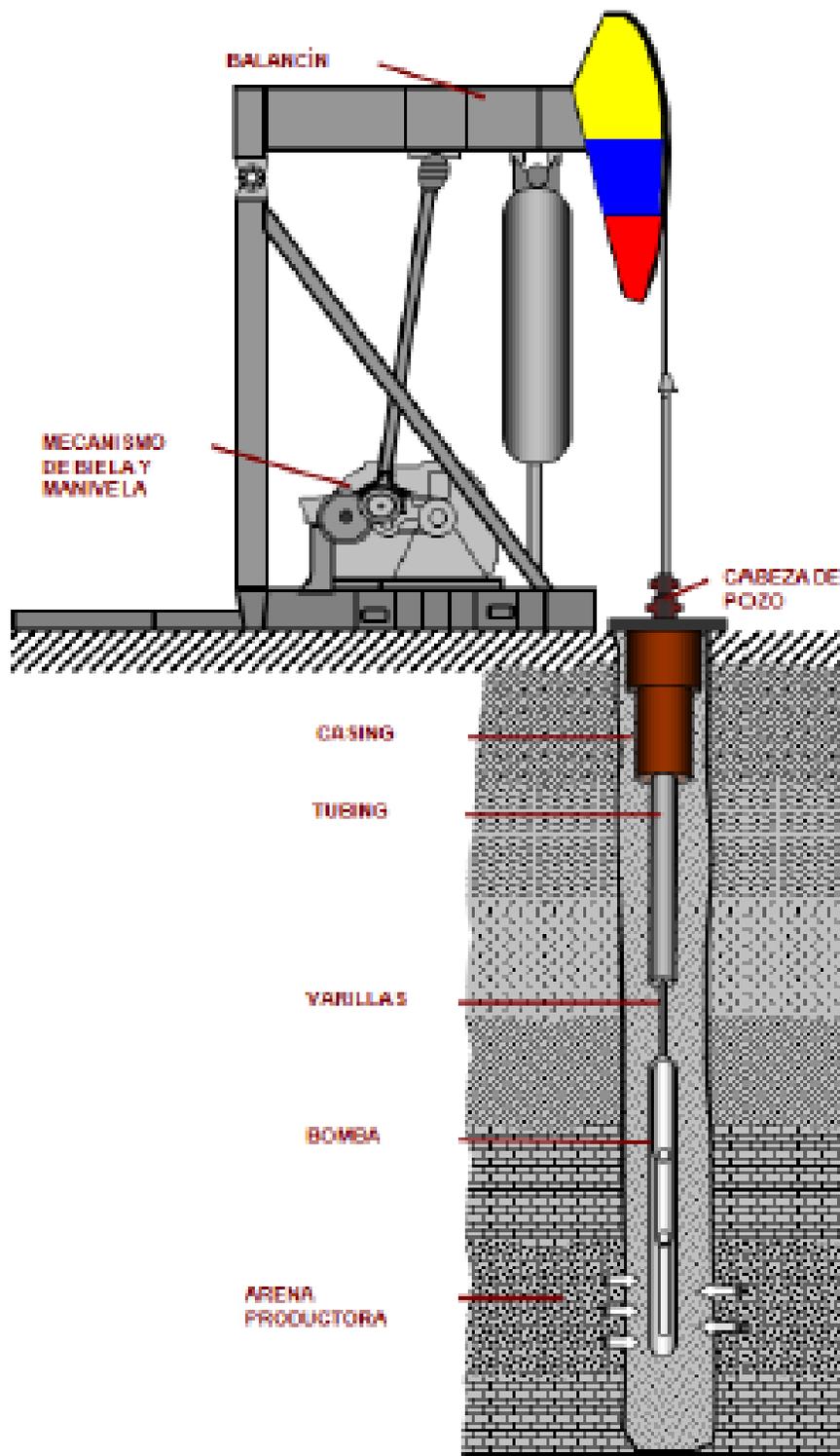
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE PRINCESA – Ecopetrol S.A. – Consorcio MEGA OIL, -2013

- Bomba de cavidades progresivas: Está constituida por dos piezas longitudinales en forma de hélice, una de ellas gira y está en contacto permanente con la parte que esta fija. Son muy útiles ya que resiste partículas abrasivas y maneja crudos viscosos. (Ver **Figura 2-90**).
- Bombeo mecánico: Consiste en un juego de cilindro y pistón con una válvula de entrada y una de descarga, el movimiento de este pistón hace que se desplace el fluido a superficie. Este tipo de levantamiento no es recomendable cuando se maneja arena ya que la abrasión de la arena contra los elementos desgasta la bomba (Ver **Figura 2-91**).



**Figura 2-90 Esquema general por bomba de cavidades progresivas**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE PRINCESA – Ecopetrol S.A.  
– Consorcio MEGA OIL, -2013



**Figura 2-91 Esquema bombeo mecánico**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE PRINCESA – Ecopetrol S.A. – Consorcio MEGAOIL,-2013

Los sistemas de levantamiento mencionados anteriormente son algunas de las alternativas más usadas; sin embargo, estas pueden variar dependiendo de las características resultantes de los pozos exploratorios y se definirán posteriormente en los PMA específicos y en la etapa posterior de producción en caso de que la campaña exploratoria muestre la presencia de hidrocarburos y su posible explotación.

#### 2.3.2.4.3 Requerimientos de insumos y fuentes de energía

Los insumos requeridos para la perforación de un pozo, son básicamente los necesarios para:

- Preparación del lodo base agua y/o base aceite<sup>3</sup>
- Mantenimiento de equipos y maquinarias.
- Actividades de cementación.
- Tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales).
- Tratamiento de sólidos generados por el sistema de control de sólidos y lodo descartado en el proceso de dewatering.

Las propiedades químicas y concentraciones de los diferentes productos son susceptibles a cambio debido a las condiciones que requiera cada pozo en particular. La **Tabla 2-83**, resume los principales insumos a emplear en las diferentes actividades asociadas a la perforación de cualquier tipo de pozo.

**Tabla 2-83 Insumos principales para perforación y procesos asociados**

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A UTILIZAR	FUNCIÓN DE LA SUSTANCIA O INSUMO
PREPARACIÓN DEL LODO BASE AGUA	Agua dulce, carbonato de calcio, barita, bentonita, soda cáustica, polímeros (PHPA), hipoclorito de sodio, lignosulfonato, lubricantes (TerraRate).	Estas sustancias ayudan a incrementar la densidad, el peso y la viscosidad del lodo entre otras.
	Hidróxido de calcio, sulfato de calcio, carbonato de sodio y el hidróxido de sodio, y de potasio, anhidrita.	Sustancias empleadas para ajustar el pH del lodo.
PREPARACIÓN DEL LODO BASE ACEITE (En caso de requerirse)	Diesel, kerosene, combustibles pesados, petróleo crudo y algunos aceites minerales	Base de este tipo de lodo
	Barita, carbonato de calcio, óxidos de hierro y algunas sales de cloro	Densificantes empleados para dar al fluido la presión hidrostática necesaria para control de lesiones de formación, derrumbes de pared y formación de cuevas
	Arcillas oleofílicas, polímeros, ácidos grasos y esteres	Viscosificantes, utilizados para incrementar la viscosidad del fluido y conseguir una mayor limpieza del hueco y mejor suspensión de sólidos
	Adelgazantes y dispersantes	Reducen la atracción entre las partículas o crean fuerzas repulsivas entre ellas, para lograr una defloculación de las partículas de arcilla.
	Agentes reductores de filtrado, asfaltos oxidados y arcillas oleofílicas	Forman una película alrededor de las partículas de arcilla e introducen su estructura dentro de las aberturas del revoque para controlar el filtrado
	Ácidos grasos, aminas no iónicas, y ácidos orgánicos	Emulsificantes, empleados para dar la estabilidad a la mezcla de los líquidos insolubles

<sup>3</sup> En la mayoría de los casos, el lodo base aceite, se utiliza en aquellas secciones del pozo, que presentan problemas por hinchamiento de arcillas.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A UTILIZAR	FUNCIÓN DE LA SUSTANCIA O INSUMO
PREPARACIÓN DEL LODO BASE ACEITE (En caso de requerirse)	Aminas catiónicas solubles en petróleo altamente dispersables en agua y otros productos basados en fosfatos	Inhibidores de corrosión, forman una película protectora alrededor de las superficies metálicas, que impida el ataque por oxígeno y/o ácidos
	Detergentes, jabones, aceites y tenso activos	Agentes liberadores de tubería, aplicados en los intervalos donde se sospecha que la tubería está pegada, con el fin de reducir la fricción.
OPERACIONES DE CEMENTACIÓN DE SECCIONES DEL HUECO	Barita, hematita y silicato de sodio	Controlar la densidad de la lechada durante la cementación y reducir la cantidad de agua libre
	Cloruro de calcio, cloruro de sodio	Acelerantes, que ayudan disminuir el tiempo de fraguado de la lechada de cemento
	Lignosulfanato de calcio, ácidos orgánicos, carboximetil hidroxetil celulosa (CMHEC)	Retardadores durante la operación de cementación.
	CMHEC, gilsonita, plásticos, perlita expandida, fibras de nylon	Ayudan a controlar las pérdidas de circulación
	Latex, bentonita con dispersante, CMHEC, polímeros orgánicos	Materiales utilizados para el control de filtrado
	Defloculantes: lignosulfanato de calcio, cloruro de sodio, polímeros de largas cadenas	Controlan la viscosidad de la lechada de cementación
	Para-formaldehído, cromato de sódio.	Contrarrestan la contaminación por defloculantes orgánicos provenientes del lodo de perforación
	Silica flúor	Ofrece mayor estabilidad y menor permeabilidad al trabajar en altas temperaturas
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	Nylon	Cemento que ofrece mayor resistencia al impacto
	Sulfato de aluminio	Sustancia coagulante de partículas y clarificador de agua residual industrial o doméstica
	Polímeros	Floculante de sólidos suspendidos aunque también pueden cumplir la función de coagulantes
TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN	Soda cáustica, ácido acético, cal	Sustancias que ayudan en la perforación a ajustar el pH, y anular los polímeros base del sistema que se encuentran asociados al agua residual industrial
	Cortes base agua: Cal viva, suelo nativo de la zona de disposición	Sirven para deshidratar y encapsular los cortes o rípos de perforación
OTROS INSUMOS O SUSTANCIAS	Crudo, ACPM, gasolina, grasa, aceites hidráulicos y aceites lubricantes.	Sustancias utilizadas para el mantenimiento de los equipos, motores y maquinaria en general.
	Agua fresca	Elemento indispensable para la preparación del lodo base agua, para enfriamiento, limpieza y mantenimiento de los equipos del taladro, para los trabajos de cementación y para el campamento de la localización.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

En cuanto al combustible consumido durante la perforación de un pozo exploratorio, la **Tabla 2-84**, presenta un estimativo del volumen requerido para este insumo. Los diseños internos y definitivos de cada localización, incluyen un espacio en su interior para la ubicación de este tipo de insumos.

**Tabla 2-84 Volúmenes estimados de combustible a utilizar en la perforación de un pozo**

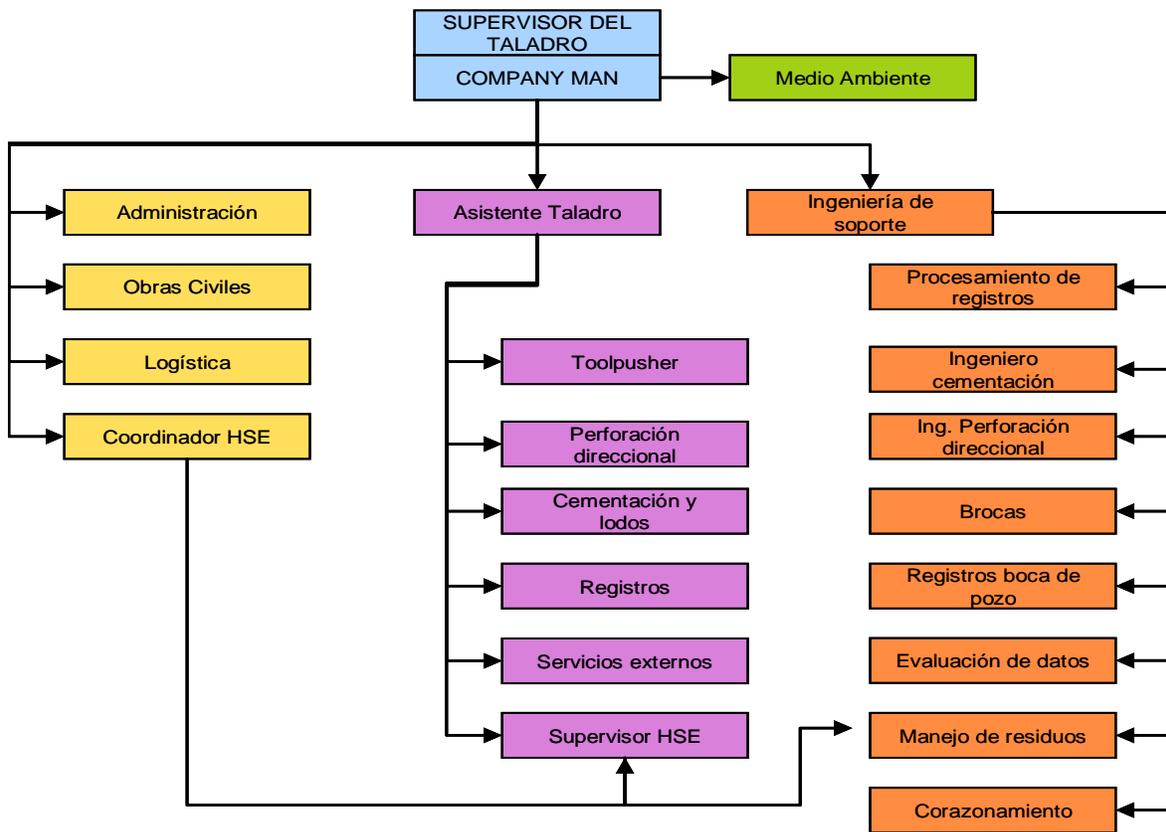
UNIDAD	CONSUMO PROMEDIO DIESEL (GALONES/HORA)
Motores del sistema de potencia	174
Motores – equipos auxiliares	50
Motor – generador del campamento	20
Otras	6
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

➤ **Requerimientos de personal necesario**

Para coordinar todas las actividades relacionadas con el funcionamiento técnico, operativo y administrativo de la actividad de perforación, ECP contratará y supervisará las compañías de servicios especializadas en dicha actividad.

La **Figura 2-92**, presenta el rango organizacional definido para las operaciones en campo, partiendo desde el jefe de pozo o Company Man, quien como máxima autoridad dirige las operaciones de perforación, hasta las otras áreas de soporte requeridas. Sin embargo el personal de algunas áreas de soporte como cementación, registros eléctricos, revestimiento y pruebas de producción solo ingresa a localización en el momento en cuya especialidad sea requerida para aplicar al pozo y de esta misma manera al finalizar sus actividades abandonan el sitio.



**Figura 2-92 Organigrama generalizado para personal de actividades asociadas a la perforación de pozos**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Las áreas de soporte restantes, están representadas por compañías de servicios las cuales laborarán simultáneamente y cuyo manejo de personal será soberanía de cada una de ellas.

La **Tabla 2-85**, incluye los requerimientos de personal, distribuido entre las diferentes especialidades operativas y administrativas necesarias para la perforación de un pozo. Las cantidades consignadas, corresponden a las estimadas para la perforación de un pozo exploratorio, las cuales podrán variar de acuerdo al desarrollo y condiciones de la diferentes operación.

Tabla 2-85 Personal estimado para las actividades asociadas a la perforación de un pozo

SERVICIO PRESTADO	CARGOS	NUMERO DE PERSONAL POR TURNO	TURNOS	NUMERO TOTAL DE PERSONAL
EQUIPO DE PERFORACIÓN	Jefe de pozo – Company man	1	2	2
	Asistente Company man	1	1	1
	Jefe de equipo	1	1	1
	HSE	1	1	1
	Médico	1	1	1
	Almacenista	1	1	1
	Mecánico	1	1	1
	Electricista	1	1	1
	Supervisor	1	2	2
	Perforador	1	3	3
	Encuellador	1	3	3
	Cuñero	2	3	6
	Aceitero	1	3	3
	Soldador	1	3	3
Operario maquinaria pesada	1	3	3	
Obrero de patio para taladro*	3	2	6	
BROCAS Y CABEZALES DE POZO	Brocólogo	2	1	2
LODOS DE PERFORACIÓN	Ingeniero de Lodos	1	1	1
REGISTROS DE LODOS, GEOLOGÍA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ZANJA	Ingeniero ADT	1	2	2
	Logger	1	2	2
CEMENTACIÓN	Ing. Supervisor	1	1	1
	Técnico	2	1	2
REGISTROS ELÉCTRICOS	Ing. Supervisor	1	1	1
	Ingeniero	1	1	1
	Técnico	2	1	2
PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	Ing. Supervisor	1	1	1
	Obreros de patio *	3	2	6
TRATAMIENTO DE SÓLIDOS	Ing. Supervisor	1	1	1
	Ingeniero	1	1	1
	Técnico	1	2	2
	Operador	1	1	1
	Obrero de patio*	2	2	4
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y DOMÉSTICAS	Conductor volqueta, retro y carrotaques	3	1	3
INTERVENTORÍA AMBIENTAL	Coordinador de Supervisión HSE	1	1	1
	Interventora HSE de Perforación	1	1	1
	Profesional Supervisión	1	1	1
CASINO	Supervisor	1	1	1
	Cheff	1	1	1
	Lonchero	1	1	1
	Mesero - camarero	2	1	2
	Lavalozza	1	1	1
SEGURIDAD FÍSICA	Vigilantes	2	2	4
<b>TOTAL</b>				<b>84</b>

(\*) Corresponde a personal no calificado.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

Aquellas compañías que prestan sus servicios permanentemente en la localización, laborarán durante 15 días continuos para descansar siete (7), en dos (2) cuadrillas que rotarán en turnos de 12 horas al día, de tal forma, que al rotar las cuadrillas cubran las 24 horas del día (cuando una cuadrilla está en descanso, la otra se encontrará laborando).

El personal profesional y técnico, corresponderá a compañías contratistas especializadas en las diferentes actividades asociadas a la perforación de pozos exploratorios. La mano de obra no calificada, será contratada preferencialmente y según oferta, del área de influencia directa Ver **Tabla 2-2**.

Para las actividades de desmantelamiento de equipos, maquinaria e infraestructura utilizada durante la perforación de cada pozo, Ecopetrol S.A. procurará emplear el mismo personal que participo en el montaje correspondiente.

#### 2.3.2.4.4 Clasificación, origen, manejo, tratamiento y disposición final de residuos

La perforación de pozos en el **APE BERILO LLA-38**, podrá dar lugar a la generación de residuos de tipo sólido y líquido, los cuales se relacionan a continuación:

##### ➤ **Residuos sólidos**

Durante las actividades de operación de localizaciones; perforación y completamiento de pozos, se podrán generar residuos sólidos domésticos, industriales y eventualmente especiales o peligrosos. En la **Tabla 2-86** se relaciona la clasificación, origen, manejo y disposición final para cada uno de este tipo de residuos.

##### ➤ **Manejo de materiales radiactivos**

Durante la etapa de perfilaje de cada pozo, será requerida la toma de registros eléctricos (densidad, neutrón, gamma ray), para lo cual son empleadas herramientas que contienen fuentes radioactivas (Cesio 137, Radio 226, Americio 241, Berilio, Iodo 131). Esta actividad no es continua por lo cual no requiere un área para el manejo de fuentes radiactivas en las plataformas de perforación; y en el momento de su ejecución solamente ingresará al pozo la compañía de servicios especializada en dicha actividad.

Por tanto, dicha compañía se encargará del manejo adecuado de los diferentes equipos y materiales requeridos, así como de acordonar el área de influencia (incluido el camión de registros) e instalar la respectiva señalización de precaución y advertencia. Una vez finalice la labor, las fuentes radiactivas serán retiradas inmediatamente del área y transportadas en contenedores sellados de plomo con las siguientes características:

- **Blindaje:** debe proveer una aislación que reduzca la radiación a niveles aceptables. Generalmente son utilizadas cajas revestidas de hormigón con tapas metálicas (que pueden o no estar revestidas con plomo o parafina, según necesidad) y el nivel máximo de radiación Gamma admisible al nivel de la tapa es de 0,6 mrem/h.
- **Hermeticidad:** debe prevenirse la entrada de agua o humedad (de napas freáticas o de lluvias) para proteger la integridad de los elementos metálicos.

Tabla 2-86 Clasificación, separación en la fuente y manejo y disposición de residuos

CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO		MANEJO	DISPOSICIÓN
Domésticos	ORGÁNICOS: Restos de comida provenientes de las áreas de alimentación y de las bodegas de alimentos.	Serán almacenados en bolsas o contenedores de color negro, debidamente rotulados	Los residuos sólidos biodegradables u orgánicos generados, podrán ser entregados a la empresa de servicios públicos municipal para ser dispuesto en el relleno sanitario más cercano.
	RECICLABLES: Papel, cartón, plástico, madera no contaminada, envases de vidrio, latas y chatarra.	Su clasificación se realizará en la fuente y almacenados en recipientes identificados con su contenido, según el código de colores descrito en el Capítulo 4.	Serán entregados a empresas recicladoras de la región que se encuentren inscritas ante la autoridad ambiental, como CORPORINOQUIA. En el caso que no exista en la región, se dispondrán en rellenos sanitarios municipales con licencia ambiental.
	NO RECICLABLES: Aquellos que no se pueden aprovechar, como papel plastificado, papel carbón, icopor o plásticos y papeles contaminados.	Se clasificarán y almacenarán en bolsas o canecas de color verde	Serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales vigentes para el transporte, manejo, tratamiento y disposición de los mismos; también podrán ser dispuestos en un relleno sanitario que cuente con licencia ambiental.
	PELIGROSOS Papeles y toallas higiénicas provenientes de los baños	Recolectados en el punto de generación en recipientes y bolsas de color rojo y se llevan a un sitio de almacenamiento temporal	
Industriales	PELIGROSOS RECICLABLES Papel, cartón de las bolsas y sacos usados como empaques de químicos, cementos, fluidos de completamiento y tratamiento de agua, baterías, pilas, cables, cartuchos de impresora, equipos de cómputo, aceites usados y sus contenedores, empaques / envases de químicos, RAEE (residuo de aparatos eléctricos y electrónicos), filtros usados. Lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Serán almacenados y rotulados para su evacuación y se entregaran a empresas que cuenten con autorización para su utilización, aprovechamiento o reutilización s y en el caso que se requiera se devolverá a los proveedores materiales como cartuchos de impresora, baterías, entre otros.	Clasificación, almacenamiento y entrega a empresas recicladoras que cuenten con los permisos y licencias vigentes y preferiblemente que estén radicadas dentro del área de influencia del municipio. En el caso que no exista en la región, se dispondrán en rellenos sanitarios municipales con licencia ambiental.
	RESIDUOS HOSPITALARIOS Con características patógenos (Papeles sanitarios, Jeringas, gasas, residuos de ampollitas, y demás residuos de enfermería),	Serán depositados en bolsas rojas, rotuladas indicando el tipo de residuo que contienen. Los corto-punzantes se depositarán en guardianes de seguridad, los cuales al momento de ser evacuados del consultorio, serán rotulados indicando origen y fecha, una vez rotulados, se depositarán en bolsas rojas igualmente rotuladas señalando su contenido y fecha de evacuación.	Serán dispuestos por una empresa que cuente con los permisos ambientales vigentes para manejar este tipo de residuos; se tendrá en cuenta el manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares adoptada mediante la resolución 1164 de 2002 del Ministerio de Medio Ambiente cuenta Resolución 2309 del 24 de febrero de 1986.
	PELIGROSOS NO RECICLABLES IMPREGNADOS CON HIDROCARBURO: Materiales impregnados con grasas y aceites y derivados de hidrocarburos, cables, repuestos desgastados, residuos de empaques y envolturas de aditivos, remanentes químicos, lodos contaminados con hidrocarburos, filtros mecánicos de aire y aceite, estopas, suelos contaminados con hidrocarburo, arenas y parafinas provenientes de las pruebas de producción y lodos provenientes de las piscinas de evaporación mecánica.	Clasificación, recolección y almacenamiento en canecas o recipientes con debidamente señalizados, dependiendo su volumen son almacenados en lonas y bolsas rojas. Si el volumen es muy grande son transportados en volquetas selladas.	Se entregarán a empresas que cuente con la respectiva licencia ambiental para el transporte, manejo, tratamiento y disposición final.
ESPECIALES Escombros, concretos y agregados sueltos, de construcción, y de demolición	El cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final se realizara teniendo en cuenta la Resolución 541 de 1994. Los escombros resultantes del proceso de construcción podrán ser dispuestos en áreas aledañas con el fin de reconformar y restaurar zonas intervenidas, donde se requiera realizar rellenos. Los materiales sobrantes de excavación serán dispuestos en los ZODME ubicados en las áreas multipropósito de cada localización acondicionadas para tal fin.	Los materiales sobrantes de excavación serán dispuestos en los ZODME ubicados en las áreas multipropósito de cada localización acondicionadas para tal fin. En la ficha de Manejo y Disposición de Materiales Sobrantes del <b>Capítulo 7</b> . También se contempla la compensación con este material de áreas de préstamo lateral, las cuales posteriormente deberán adecuarse paisajísticamente.	

CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO		MANEJO	DISPOSICIÓN
Industriales	ESPECIALES	<p>CORTES BASE AGUA: Generados en la perforación de cada pozo</p> <p>Los residuos producidos en la perforación de cada pozo, son separados por el equipo de control de sólidos del taladro en el área de la localización dispuesta para tal fin. La inocuidad de los cortes de perforación será asegurada de manera previa a su disposición final, comparando la concentración de sus componentes con el Decreto 4741 del 30 de diciembre del 2005 y caracterización de parámetros exigidos en la Norma Loussiana 29B de 1999.</p>	<p>Los cortes generados de la operación de perforación; limpieza del pozo, tanques, cunetas, skimmer y piscinas se recogerán en catch tank; antes de retirarlos se hará control de sobrenadantes y se retirará todo el fluido que se incorpora por pérdida de los ECS (equipos de control de sólidos) y lavado de mallas; se transportarán en volquetas selladas hasta las piscinas, donde se dispondrán en un catch tank habilitado para realizar la mezcla con cal viva (óxido de calcio) en concentraciones de 10-20 libras/bbl para minimizar el porcentaje de humedad, de acuerdo a las condiciones de salida en la fuente.</p> <p>Opcionalmente al mezclado con el agente químico, los cortes se podrán almacenar en catch tanks totalmente cubiertos con geomembranas para evitar el contacto con agua lluvia y se le dará un tiempo suficiente para permitir que la cal viva reaccione con el agua del corte generando calor (reacción exotérmica) medio que favorecerá la deshidratación del sólido, posterior a la reacción del corte con el químico se retirará el líquido liberado y se regresará al sistema de tratamiento de agua.</p> <p>Debe llevarse un registro del volumen de cortes tratados, la cantidad de insumos utilizados para su estabilización, la ubicación del área de disposición y los resultados de la caracterización fisicoquímica de los mismos. La disposición final será realizada una vez la mezcla residuo/suelo cumpla con los parámetros establecidos.</p> <p>La disposición final de los cortes, se realiza dentro de la localización en piscina donde se realizó su estabilización. Para el cierre final de las celdas o piscinas, se homogenizará el corte calado con material nativo, se compactará mecánicamente con la retroexcavadora de orugas, se realizarán obras de paisajismo y posteriormente se revegetalizarán con especies de la zona. Es importante determinar si las condiciones de manejo de escorrentías, filtros, muros de contención y drenajes que tenga el ZODME, permitan seguir la disposición de los cortes fijados construyendo terrazas encima de las celdas, para optimizar el área de disposición y de esta manera no impactar mucho terreno.</p>
		<p>CORTES BASE ACEITE: Cortes de perforación, generados cuando existe un prospecto del yacimiento. En esta clasificación podríamos incluir el suelo impregnado con hidrocarburo pues tiene un manejo similar</p> <p>La necesidad de la utilización de oil based mud - lodo base aceite (OBM) como fluido de circulación en la perforación de pozos, implica la implementación de un proceso especial para el tratamiento de los cortes de perforación que retornan a superficie impregnados con residuos de OBM.</p>	<p>En caso de utilizar este tipo de lodos, el manejo, tratamiento, transporte y disposición final de los cortes de perforación base aceite, se podrá realizar a través de la entrega a terceros que cuenten con los permisos ambientales vigentes y pertinentes.</p> <p>La interventoría HSE de Ecopetrol, se encargará de verificar que las condiciones de transporte y los vehículos en que se transporten este tipo de residuos, cumplan con las condiciones ambientales y de seguridad industrial correspondientes. Igualmente registrará mediante actas de salida, el retiro de este material junto con material impregnado de hidrocarburo, los cuales serán muestreados previo a su entrega final, para determinar los parámetros fisicoquímicos antes de la salida. En los Informes de Cumplimiento Ambiental, serán incluidos estos resultados, además de los siguientes reportes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen de cortes generados por pozo y localización.</li> <li>- Volumen y caracterización fisicoquímica de los cortes y material impregnado de hidrocarburos, que se entrega.</li> <li>- Datos y certificaciones de la(s) compañía(s) encargadas del transporte, tratamiento y disposición final de estos residuos.</li> <li>- Fecha de entrega, acta de recibo y lugar de destino como plantas de procesamiento idóneas para recibir estos tipos de cortes.</li> <li>- Procesos de tratamiento que serán aplicados a este tipo de residuos, por parte de la compañía especializada en esta actividad y contratada por Ecopetrol.</li> <li>- Con el objeto de brindar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005, Ecopetrol seleccionará para el transporte, tratamiento y/o disposición definitiva, de este tipo de residuos, a empresas que cuenten con la certificaciones correspondientes y posean altos estándares de HSE verificables.</li> </ul>
		<p>RESIDUOS RADIATIVOS</p> <p>El manejo de material radiactivo requiere certificaciones especiales, por lo cual, la empresa contratista contará con la documentación adecuada para el manejo de los mismos.</p>	<p>Se entregarán a empresas que cuente con la respectiva licencia ambiental para el transporte, manejo, tratamiento y disposición final de dichos residuos.</p>

➤ **Residuos líquidos**

Durante las actividades de operación de localizaciones, perforación y completamiento de pozos, se podrán generar residuos líquidos correspondientes a: Aguas residuales domésticas, industriales y lluvias los cuales se detallan en la **Tabla 2-87**.

**Tabla 2-87 Clasificación, origen, manejo y disposición de Residuos Líquidos**

	TIPO	DIVISIÓN	ORIGEN	MANEJO
	<b>Domésticas</b>	Aguas Negras	Proviene de los baños y casinos.	Son conducidas directamente desde su sitio de producción hacia las plantas de tratamiento de lodos activados tipo Red Fox. Posteriormente se conducen a tanque australiano el cual realiza tratamiento con Sulfato de Aluminio. Incluye sistema de aireación y dosificación. El proceso de tratamiento se basa en coagulación, floculación, ajuste de pH y sedimentación.
		Aguas Grises	Procedentes de la cocina, lavandería, duchas y casino.	Serán conducidas a una trampa de grasas y posteriormente a tanque australiano donde se mezcla con aguas lluvia no contaminadas con aceite, y posteriormente la mezcla se conduce al tanque australiano 2, en el cual es realizado el tratamiento, antes de su disposición final.
<b>RESIDUOS LÍQUIDOS</b>	<b>Industriales</b>	<i>Asociadas a procesos Dewatering(Perforación)</i>	Aguas generadas en el tratamiento de los fluidos de perforación (efluentes de la unidad de deshidratación o dewatering) y de cementación, así como aguas de escorrentía provenientes del área del taladro y del lavado de equipos.	<p>Son recolectadas por un sistema de cunetas perimetrales a los equipos y áreas anexas, que a su vez las conduce a una caja recolectora de aguas aceitosas, desde donde son bombeadas finalmente al tanque de recibo para tratamiento y disposición junto con las aguas residuales industriales de la plataforma.</p> <p>El sistema dewatering está integrado por un equipo de remoción de sólidos que procura la menor descarga de sólidos y líquidos en la plataforma de perforación y es aplicable para lodos pesados y no pesados así como para lodos base agua. El sistema permite la reutilización de parte de la fase líquida en el sistema activo de lodos y está diseñado para remover entre 80 y 90 % de los cortes generados por la broca de perforación dentro de un rango de 2 a 6 micrones.</p> <p>El sistema incluye la utilización de catch tanks, ubicados cerca al equipo de control de sólidos para así controlar el volumen de desplazamiento de los lodos. Estos tanques son suficientes para controlar el sistema de lodos y el volumen de cemento desplazado y como tal poseen agitación y bombas de transferencia, además de un manifold que permita la transferencia al sistema activo de lodos.</p> <p>Cemento, lodos y fluidos generados en exceso pueden ser almacenados y devueltos al sistema activo de lodos luego de un proceso de remoción de sólidos o separación de la fase sólida del agua. El momento para procesar y transferir el volumen almacenado es aquel en el que la operación de perforación es suspendida. El material pesado es recuperado y retornado al sistema del lodo activo mientras que el fluido no pesado es tratado por métodos químicos/mecánicos. Durante los intervalos de bajo peso, el equipo de control de sólidos trabaja continuamente para proporcionar una máxima remoción. La operación continua del equipo minimiza los problemas de sobrecarga de sólidos que pueden ocurrir debido a las altas tasas de penetración. Esta operación previene el excesivo aumento de cortes en el sistema de lodos.</p>
<b>RESIDUOS LÍQUIDOS</b>		<i>Aguas Aceitosas</i>	Son todos aquellos fluidos que contienen aceite cuya remoción en concentración es menor de un 80%. Estos fluidos son remanentes de mantenimiento de equipos y en general cualquier fluido residual que contenga aceite.	El aceite descartado del mantenimiento de generadores se recogerá en canecas debidamente marcadas y etiquetadas. Todos los recipientes se ubicarán en lugares debidamente asegurados (por ejemplo cercados por un sistema de cunetas perimetrales - trampa de grasas, etc.) para contención de derrames y su posterior envío a la empresa encargada de su disposición final.
	<i>Aguas de Producción</i>	Son aquellas aguas de formación provenientes de las actividades de pruebas cortas y extensas.	<p>La función primaria del sistema de tratamiento es la remoción de los sólidos que pueden taponar la formación por ser más grandes que el diámetro de la garganta poral; adicionalmente será necesario remover el aceite residual para prevenir la sobrecarga del equipo de control de sólidos. La filtración será el método utilizado para remover sólidos, mientras que la remoción de aceite se hará con los sistemas instalados en el pozo para el efecto.</p> <p>En el evento de que los análisis de aguas muestren la tendencia a la proliferación de bacterias que causan corrosión o formación de sólidos, será necesario adicionar bactericidas al sistema de tratamiento. Igualmente, si se utilizan sistemas de tratamiento abiertos para la remoción de aceite, deberá adicionarse un secuestrante de oxígeno. En tales casos se utilizará productos comerciales biodegradables.</p> <p>El sistema de reinyección está conformado por el agua de proceso que es depositada en tanques de almacenamiento para luego inyectarla mediante el uso de bombas a las formaciones seleccionadas.</p>	
	<b>Lluvias</b>	<i>Aguas Contaminadas</i>	Aguas recolectadas en la red de drenaje conformada por cárcamos, cunetas y tuberías.	Serán enviadas a un skimmer, para luego pasar a las piscinas donde se mezclaran con aguas residuales domésticas tratadas. Las áreas de trabajo en las cuales exista riesgo por derrames de fluidos líquidos, se diseñaran sobre pisos duros, dotados de un canal perimetral conectado a la red general de aguas aceitosas de la instalación.
<i>Aguas No contaminadas</i>		Aguas limpias de lluvias, que serán recolectadas en canales perimetrales.	Las aguas lluvias limpias serán recolectadas en canales perimetrales con un sistema de manejo independiente para evitar combinarse con aguas residuales de otro tipo.	

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

Seguridad: las tapas deben estar aseguradas con candados y las fosas o el área rodeadas por un cerco con una altura mínima de 2 m, cuya puerta también estará asegurada con candado para evitar el acercamiento intencional o involuntario de personas no autorizadas. El área es identificada con carteles de advertencia según la reglamentación vigente; el nivel de radiación en un punto inmediatamente por fuera del cerco no debe superar los 0,2 mrem/h. Los contenedores sólo se abrirán cuando se arma la herramienta y posteriormente en el pozo. El manejo de material radiactivo requiere certificaciones especiales, por lo cual, la empresa contratista contará con la documentación adecuada para el manejo de los mismos. Los operarios de las fuentes radiactivas tendrán autorización para la manipulación de estos materiales y contarán con dosímetros personales y de lectura directa que permitan establecer si se está superando la dosis máxima permisible por el operador.

### 2.3.2.5 Humedecimiento en vías

El humedecimiento de vías es una opción de disposición de aguas residuales domésticas y/o industriales tratadas, la cual se hace después del proceso de tratamiento y dando cumplimiento con los parámetros del Artículo 72 del Decreto 1594/84 o la norma que lo modifique (Decreto 3930 de 2010 y su Resolución aprobatoria) de tal forma, que la baja humedad del material que conforma las vías garantice la capacidad de retención de agua que se desea aplicar, y a la vez constituye una medida de manejo ambiental para el control de la re-suspensión de material particulado que produce el tránsito vehicular. Se debe aclarar que la finalidad del humedecimiento de vías no es disponer una cantidad de agua tal que genere infiltración; por esta razón no se producirá movimiento de agua en el perfil de suelo, ni se generará escorrentía superficial y anegación.

La actividad de humedecimiento en vías se relaciona con los eventos de precipitación diaria e intensidad de las mismas, por ende esta actividad no se limita a un periodo de lluvia, como el vertimiento mediante ZODAR, si no a los eventos de precipitación diaria. Por eso se realizará humedecimiento de vías cada vez que el material de las vías presente deficiencias de humedad y se vea resuspensión de material particulado.

#### 2.3.2.5.1 Corredores viales en el área de perforación exploratoria APE BERILO LLA-38 solicitados para realizar humedecimiento en vías

En la **Tabla 2-88** se menciona los kilómetros de vía sobre los que posiblemente se realizará la actividad de humedecimiento con aguas residuales tratadas de origen doméstico y/o industrial. Los corredores viales se detallaron en el numeral **2.2.5.1.2**.

**Tabla 2-88 Actividad de Humedecimiento en Vías con ART Domestico y/o Industrial**

Actividad	Descripción
Humedecimiento en Vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre los corredores que objeto de adecuación de hasta <b>130,10 Km</b> dentro del <b>AID</b> para el <b>APE BERILO LLA-38</b>.</li> <li>- Sobre los corredores nuevos o construidos de hasta <b>118,88 Km</b> dentro del <b>APE BERILO LLA-38</b>.</li> </ul>

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

De igual forma, se plantea la opción de realizar humedecimiento con aguas residuales dentro de las Localizaciones y en los sectores que cuentan con terraplén con material de afirmado de la zona (en Plataformas y Vías internas).

#### 2.3.2.5.2 Tipo de carrotanques destinados al humedecimiento de las vías:

En este caso la humedecimiento de las vías se hará por medio de carro-tanques con las capacidades descritas en la **Tabla 2-89**.

**Tabla 2-89 Capacidad de los Carro-tanques Destinados a la Humedecimiento de las Vías**

Tipo de Carro-tanque	Volumen promedio		
	Galones (gal.)	Barriles (bbl)	Metros cúbicos (m <sup>3</sup> )
Carro-tanque sencillo	3600	86	14
Carro-tanque doble troque	5370	128	20
Carro-tanque cisterna	10000	238	38

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.*

La selección del tipo de carrotanques se realizara en función de los volúmenes de aguas residuales generadas y destinadas a vertimientos en vías, los cuales pueden variar en función de la etapa en que se encuentre el pozo de perforación, así como de los tramos de vías seleccionados para la aplicación del riego, su categorización y restricciones de rodadura establecidas (esta actividad se especificará en los respectivos Planes de Manejo Ambiental de los pozos exploratorios para el **APE BERILO LLA-38**. En cualquiera de los casos, el carro-tanque estará equipado con un mecanismo de aspersión el cual puede consistir en una motobomba hidráulica encargada de presurizar el ART por medio de flautas adosadas al carro tanque (**Fotografía 2-85**).

➤ **Pruebas de producción**

- ✓ Limpieza del Pozo
  - Posterior a la perforación

Los pozos perforados, podrán requerir limpieza (para retirar cortes producidos durante la perforación), reacondicionamiento o completamiento (workover), según el desarrollo de la perforación así como el estado mecánico que presente el hueco y/o el mismo estrato productor. Este programa de limpieza, reacondicionamiento o completamiento, será necesario para permitir la óptima producción en cada una de las formaciones productoras.



**Fotografía 2-85 Humedecimiento de Vías con Carro-tanque**

*Fuente: Imagen de Carro-tanque [en línea]  
<[https://www.google.com.co/search?hl=es-419&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1249&bih=594&q=riego+en+vias&oq=riego+en+vias&gs\\_l=img.3...2068.4179.0.4353.13.9.0.4.4.0.110.850.8j1.9.0...0...1ac.1.28.img..2.11.873.ZpQwY6mbGBA](https://www.google.com.co/search?hl=es-419&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1249&bih=594&q=riego+en+vias&oq=riego+en+vias&gs_l=img.3...2068.4179.0.4353.13.9.0.4.4.0.110.850.8j1.9.0...0...1ac.1.28.img..2.11.873.ZpQwY6mbGBA)>  
[consulta: 15 de octubre de 2013].*

Posterior a la perforación del pozo, es factible la implementación de algún equipo de levantamiento artificial como sistema ESP (Electro Sumergible Pump), PCP (Progressive Cavity Pump), SRP (Sucker Rod Pump) y/o Hydraulic pump (Bombeo hidráulico) entre otros.

La cantidad, características y especificaciones finales de estos sistemas, podrá variar en función del tipo, volumen y condiciones de producción; de los hidrocarburos extraídos en el pozo.

El suministro de energía para estos sistemas, podrá producirse a partir de generadores o interconexión de redes eléctricas nuevas o existentes.

- Posterior a la aplicación de pruebas de producción

La limpieza del pozo se inicia una vez se ha determinado la posibilidad de producción de las formaciones potencialmente productoras. Inicialmente se llena el pozo con fluido limpio de baja densidad con el fin de que la presión hidrostática del pozo sea menor que la presión supuesta del yacimiento (underbalance), o se utiliza una unidad de suaveo (Swabbing Unit), equipo que permite mediante succión hacer un transporte lento de las parafinas, escamas, lodos y cortes de perforación en exceso que se encuentren en el hueco. El proceso se desarrolla hasta obtener un crudo con un porcentaje bajo de estos elementos.

- ✓ Descripción y objetivos de las pruebas

- Prueba inicial de producción

“Pruebas cortas de producción, que se realizan posteriormente a la terminación oficial de un pozo nuevo, e incluyen pruebas de presión y de evaluación de rocas y fluidos del yacimiento. La prueba tendrá una duración máxima de siete (7) días de producción de fluidos por intervalo probado y sin perjuicio de los tiempos requeridos para toma de muestras, registros de presión y acondicionamiento del pozo. Los resultados de la prueba se reportaran en el Formulario 6 "Informe de terminación oficial". Cuando las circunstancias operacionales o las características del yacimiento lo ameriten, el Ministerio de Minas y Energía podrá autorizar tiempos superiores de prueba, la realización de trabajos adicionales al programa original de terminación o cambios con relación a las pruebas selectivas”<sup>4</sup>.

Las pruebas cortas de producción, podrán corresponder entre otras a pruebas PDT (Pressure Drawdown Test: prueba de declinación de presión), en donde se utilizará tubería de producción, siguiendo un procedimiento similar:

- Se seleccionarán los intervalos más prospectivos.
- Se sentarán la tubería producción (tubing) con un empaque a unos 500 pies encima del intervalo a evaluar y se llena con el fluido de completamiento (una columna de +/- 900 pies).
- Se cañonearán el(los) intervalo(s) seleccionado(s).
- Se dejará fluir el pozo y se evaluará la respuesta del yacimiento para determinar los fluidos producidos (tipo y cantidad).

**Prueba de Declinación de Presión (PDT):** Su tiempo ideal es el período inicial de producción del pozo. Provee información acerca de la permeabilidad, factor de daño y el volumen del yacimiento en comunicación (continuidad de la arena). Ofrece ventajas económicas, porque se realiza con el pozo en producción. Su mayor desventaja es la dificultad para mantener una tasa constante. Si no se puede lograr la tasa constante se recomienda el uso de pruebas multitasa. La parte inicial de los datos se ven influenciados por el efecto de post flujo.

<sup>4</sup> Artículo 27 de Resolución 181495 de 2009 expedida por el Ministerio de Minas y Energía.

- Prueba extensa de producción

“Periodo de producción posterior a la prueba inicial que tiene por finalidad obtener información adicional del yacimiento, para definir la comercialidad o no del campo. Para realizar las pruebas extensas de producción se debe obtener autorización previa del Ministerio de Minas y Energía, para cuyos efectos se debe tener aprobado el formulario 6 "Informe de terminación oficial" y las facilidades de producción a utilizar, las cuales deberán ser instaladas bajo el cumplimiento de las normas técnicas nacionales o internacionales en la materia, además presentar un programa de pruebas y un mapa del área del yacimiento, de acuerdo con el Decreto 3229 de 2003, o las normas que lo modifiquen o sustituyan”.<sup>5</sup>

Las pruebas extensas de producción se realizarán con el fin de determinar: la tasa de producción estable del pozo, el potencial del yacimiento, las características de la mezcla de fluidos tales como porcentaje de agua y de sedimentos (%BSW), la relación gas/aceite (GOR), la gravedad API del crudo producido y la salinidad del agua de formación, los niveles o comportamiento de las presiones existentes en el yacimiento y las características petrofísicas de la formación, etc.

Mediante la realización de pruebas extensas de producción se determinan, además, el comportamiento de las presiones en la cara de la formación y en la cabeza del pozo durante períodos de cierre y de flujo del mismo. Otros objetivos que buscan las pruebas extensas de producción son:

- Efectuar la limpieza de los sedimentos contenidos en la posible formación productora.
- Determinar posibles daños de formación causado durante las actividades de perforación.
- Determinar las permeabilidades de la zona productora, las presiones de la formación, las temperaturas de fondo, la porosidad promedio y los índices de productividad de la zona de interés, las cuales son evaluadas a varias tasas de flujo.
- Analizar los transientes de presiones de la formación de interés, realizando cierres y aperturas en diferentes períodos de tiempo para el pozo (pruebas de build up o PBU).
- Identificar los mecanismos primarios de producción del yacimiento. Estos mecanismos están directamente relacionados por las presiones de fondo cuando el pozo se encuentra fluyendo y por las tasas de producción del mismo.
- Establecer inicialmente los límites del yacimiento.

Las pruebas extensas de producción, podrán corresponder a pruebas PBU (Pressure Build Up: prueba de restauración), Pruebas de Interferencia y/o Pruebas multitasa, entre otras.

**Pruebas de Restauración de Presión (PBU):** Pruebas para analizar pruebas de presión - tiempo obtenidas de pozos para determinar permeabilidad y porosidad. Estas pruebas se realizan en un período inicial de presiones que resulta de un cambio en la tasa de producción de un pozo y no depende de la forma del yacimiento.

**Pruebas de Interferencia:** Su propósito general es determinar si existe comunicación entre dos o más pozos en un yacimiento. Cuando existe comunicación, provee estimados de permeabilidad, porosidad y compresibilidad ( $\phi$ , Ct) y determina la posibilidad de anisotropía en el estrato productor. En una prueba de interferencia, un pozo es producido y la presión es observada en un pozo diferente (o pozos). Una prueba de interferencia monitorea los cambios de presión afuera en el yacimiento, a una distancia lejana al pozo productor original. Los cambios de presión a una distancia del pozo productor es mucho más pequeña que en el pozo productor como tal.

<sup>5</sup> Artículo 36 de Resolución 181495 de 2009 expedida por el Ministerio de Minas y Energía.

**Pruebas Multitasa:** Pruebas que pueden aplicarse desde una tasa variable libre hasta una serie de tasas constantes, para una prueba de presión de fondo, con constantes cambios en la tasa de flujo. En esta prueba, son esenciales tasas de flujo y medidas de presión, exactas, para proveer datos semejantes a las pruebas transitorias aun cuando la producción continúa. También contribuye a minimizar los cambios en los coeficientes de almacenamiento del pozo y efecto de los estados de segregación. Muestran gran ventaja cuando se está cambiando del periodo de almacenamiento (post flujo) al periodo medio.

En general, las actividades a desarrollar durante las pruebas iniciales y extensas de producción serán:

- Recibir la producción proveniente del pozo.
- Efectuar temporalmente los procesos de separación gas/líquido y tratamiento crudo/agua.
- Enviar los líquidos (crudo y agua) a los respectivos tanques de almacenamiento.
- Cargar y enviar por carro tanques o líneas de flujo, los fluidos producidos desde el sitio de prueba hacia los destinos definidos por la compañía.

Estas actividades se desarrollarán en la misma localización y dependiendo de los resultados obtenidos en estas pruebas, se habilitará la posibilidad de adecuación de las facilidades tempranas de producción.

✓ Infraestructura y equipos

La infraestructura requerida para desarrollar las pruebas de producción, consiste en los equipos requeridos para bajar o extraer tubería eventualmente rotaria, así como implementación del sistema de control del pozo. También se requieren sistemas de tratamiento de aguas industriales, bombas y tanque de combustible. Los equipos principales requeridos para esta actividad, se presentan en la **Tabla 2-90**.

**Tabla 2-90 Equipos principales para pruebas de producción**

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
SUPERFICIE	Unidad de Suaveo
	Separadores trifásicos o bifásicos
	Tanques de almacenamiento de crudo, Gun Barrels o FWKOS
	Caseta para operadores y laboratorio
	Gauge tank o tanques aforados dotados de elementos de seguridad, tales como válvulas y medidores de presión, altura y temperatura.
	Frack's tank o tanques de almacenamiento para el fluido producido
	Manifold's de producción con choque ajustable, manómetros y termómetros
	Kit de laboratorio para medir propiedades del fluido producido (Salinidad, BSW, °API y cloruros)
	Bombas de transferencia de fluidos
	Tea horizontal (opcional).
SUBSUELO	Sarta de cañoneo
	Cañones para perforar la formación productora
	Empaques de producción
	Válvula de circulación para el empaque de producción.

*Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014*

✓ Separación y manejo de fluidos

Una vez perforado un pozo, revestido, cementado y ejecutada la toma de registros las pruebas de producción son realizadas con la finalidad de evaluar potencialidad, capacidad de producción, reservas "in situ", características de los fluidos y viabilidad económica del desarrollo de la operación.

- Manejo de Crudo

En caso de que un pozo resulte productor, el crudo será tratado y almacenado en vasijas, dotadas de los elementos de seguridad necesarios, tales como válvulas de presión y vacío, visores y/o alarmas por alto nivel, diques temporales, etc. De estos tanques, el crudo será transportado en carro-tanques y/o líneas de flujo hasta las instalaciones que tengan disponibilidad de recibir crudo y defina **ECP** en su momento.

- Manejo de gas

Inicialmente se tiene prevista la construcción de teas para la disposición y quema del gas producido/separado durante el desarrollo de las pruebas de producción.

Dichas teas se diseñarán siguiendo las normas, en cuanto a altura y ubicación de la misma, establecidas en los Decretos 02 de 1982 y 948 de 1995.

En caso que sea técnica y económicamente viable, el gas será aprovechado para generación de energía, venta o consumo interno.

- Manejo de agua

Las aguas de producción resultantes de la separación y tratamiento de fases, se almacenarán temporalmente dentro de las localizaciones, para su posterior transporte al sitio autorizado o disposición de acuerdo a las alternativa(s) autorizada(s) por el MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y planteadas por **ECP** en el **Capítulo 4: Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales**.

➤ **Manejo de residuos sólidos de pruebas de producción**

Los residuos que se producen durante las pruebas de producción pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos (opcional). La **Tabla 2-91**, relaciona el tipo de residuos que se pueden producirse.

**Tabla 2-91 Residuos generados durante pruebas de producción**

TIPO DE RESIDUOS	ORIGEN / DESCRIPCIÓN	MANEJO
<b>SÓLIDOS</b>	Cauchos y algunas partes metálicas, producto de la operación de cañoneo realizada en la zona de interés. Arenas aceitosas que son encontradas y separadas en superficie.	Los residuos sólidos producidos durante esta actividad se consideran no reciclables de tipo industrial, por lo que requerirán de un tratamiento similar al establecido para este tipo de desecho en el <b>numeral 2.3.2.9.2</b>
<b>LÍQUIDOS</b>	Restos de fluidos empleados en los tratamientos realizados al pozo, residuos de aceite y lubricantes y principalmente hidrocarburos producidos al fluir el pozo.	Los fluidos procedentes del pozo, como los preflujos, el fluido de baja densidad utilizado en la etapa de disparo y el postflujo, son tratados de igual forma que los fluidos asociados a la perforación. Los fluidos se conducirán al sistema de tratamiento para la eliminación de los sólidos que puedan contener en suspensión y posteriormente se procederá al tratamiento químico y físico, ajustando el fluido a condiciones de vertimiento conforme a las normas establecidas por la Ley. El fluido líquido de formación está compuesto de crudo y agua de formación, los cuales son conducidos a un separador trifásico o directamente al gun barrel; el agua se conducirá al sistema de tratamiento para ajustar sus parámetros a condiciones de vertimiento. El crudo se enviará en carrotanques o línea de flujo hasta las facilidades tempranas o una estación cercana seleccionada por <b>ECOPETROL</b> .

TIPO DE RESIDUOS	ORIGEN / DESCRIPCIÓN	MANEJO
GASEOSOS	Emisiones producto de la combustión de los motores que trabajan con combustible y gases de combustión producidos en los quemadores de gas y/o plantas generadora de electricidad.	Los gases asociados a los fluidos de producción, serán conducidos de igual forma hasta el separador bi/trifásico o directamente al gun barrel y conducido desde este equipo por medio de una tubería en acero y anclada hasta un quemador con encendedor automático, lejos de la llama previendo que dicha labor sea segura para el personal como para el ambiente. La línea de quemado funcionara únicamente hasta la finalización de las pruebas iniciales, para lo cual ECOPETROL informará a la autoridad ambiental oportunamente. Dependiendo del volumen de gas producido en las pruebas de producción, ECOPETROL, solicitará el permiso para adecuar e instalar una tea vertical con las especificaciones requeridas para la quema total de dicho fluido.

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

### ➤ Facilidades tempranas de producción (FTP)

Para el conjunto de pozos exploratorios que una vez perforados y calculado su índice de productividad, a través de las pruebas cortas y extensas de producción, sean considerados como comercialmente productores de hidrocarburos, será necesario adecuar un área para facilidades tempranas de producción (FTP), donde se instalarán equipos de recibo, separación, tratamiento, almacenamiento y transporte de los fluidos producidos. Estas facilidades, además tendrán espacios de apoyo como: oficinas, casinos, talleres de mantenimiento, bodegas de contingencias, cargaderos, parqueaderos y laboratorios entre otros.

#### ✓ Ubicación

En el caso que **ECP** requiera adecuar la FTP, esta se ubicará y presentará en los PMA específicos, de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- Ubicación interna o contigua a cualquiera de las localizaciones construidas para la perforación de pozos.
- Zonificación de manejo ambiental.
- Ventajas de acceso por vías, seguridad física e instalación estratégica entre otras.

#### ✓ Número y especificaciones técnicas

Dependiendo de los resultados obtenidos durante las pruebas de producción, Ecopetrol S.A. evaluará la opción de adecuar en cada localización una FTP, ampliándola hasta 0,9 Ha de más de la existente, cuya área podría ser: a) un espacio cuya extensión corresponda al total o una parte de la superficie de la localización respectiva o b) un nuevo espacio, no necesariamente colindante a la localización.

En la **Tabla 2-92**, se presenta una probable distribución para una facilidad temprana de producción. Sin embargo, **ECP** aclara que el número, extensión, distribución y ubicación definitiva de las FTP en el **APE BERILO LLA-38**, dependerá de los resultados progresivos que se obtengan durante el programa de exploración (cantidad y distribución de pozos productores así como tipo de fluidos producidos). Las especificaciones finales, se presentarán en los respectivos planes de manejo ambiental (PMA).

**Tabla 2-92 Distribución aproximada para una FTP**

ID	ÁREA	EXTENSIÓN APROXIMADA (Ha.)	FINALIDAD
1	PARQUEADEROS	0,28	Ubicación de camiones de workover y carrotanques de cargue y descargue de fluidos, combustibles, etc.
2	HELIPUERTO	0,04	Espacio designado para la construcción y operación de las plataformas de aterrizaje de helicópteros.
3	TALLERES DE MANTENIMIENTO	0,04	Espacio designado para los talleres de mantenimiento durante la construcción y operación de las facilidades.
4	CAMPAMENTOS Y OFICINAS	0,07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio designado para:</li> <li>- Adecuación de container's para oficinas, laboratorios, casinos, enfermería y demás áreas administrativas de la facilidad.</li> <li>- Instalación de container's que alojarán al personal encargado de la operación de las facilidades.</li> <li>- Ubicación de sistemas de control / parada de emergencia / fire &amp; gas: comprenden tres (3) sistemas independientes para el monitoreo y control automático, parada de emergencia y detección de fuego y gas, respectivamente.</li> <li>- Localización de los sistemas de control, que incluirán zonas para la integración de señales, salas satélite y I/O remotos, equipos necesarios para la señalización, control y monitoreo de las señales del proceso, módulos para los cables de comunicación (subterráneas y superficiales), así como el tendido y conexionado de todos los cables. Todos los equipos para Automatización y Control, se diseñaran e instalarán de acuerdo a los estándares nacionales e internacionales.</li> </ul>
5	SISTEMA CONTRAINCENDIOS	0,07	Ubicación de equipos e infraestructura asociada al sistema contraincendios como por ejemplo: tanques de agua contraincendios, bombas de agua contraincendios, bomba de espuma, y todos los implementos requeridos para combatir incendios en la facilidad.
6	CARGADEROS	0,13	Zona destinada para la ubicación de carrotanques de cargue de crudo, cargue de aguas industriales, descargue de combustibles, descargue de Nafta, entre otras.
7	BODEGAS DE CONTINGENCIAS	0,07	Zona provista para la construcción de bodegas de almacenamiento de equipos y materiales especializados en la atención (contención, recolección, almacenamiento y limpieza final) de derrames de crudo.
8	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO	0,04	Ubicación de vasijas de almacenamiento de crudo o aguas industriales, tales como: tanques verticales, tanques horizontales, etc. La dimensión incluida para esta área, corresponde a que los pozos del APE Llanos 38, manejan elevados cortes de agua, para lo cual se necesitara una amplia zona para ubicación de tanques de almacenamiento de este fluido.
9	SISTEMAS DE TRATAMIENTO CRUDO/AGUAS INDUSTRIALES/RESIDUOS INDUSTRIALES	0,045	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio designado para la ubicación de equipos e infraestructura asociada a cada una de los siguientes sistemas:</li> <li>- Sistema <b>Aire comprimido</b>, el cual consiste de un paquete de aire comprimido que proveerá el aire de planta y aire de instrumentos requerido para la operación de la planta.</li> <li>- Sistemas de <b>Tratamiento agua cruda, industrial y potable</b>, que comprenderá tanques de agua cruda, piscinas de tratamiento, tanques de agua industrial, tanques de agua potable, filtros y módulos hidroneumáticos entre otros; con el objeto de proveer los requerimientos de agua industrial y potable de la facilidad, así como los requerimientos de agua de los módulos de generación de vapor.</li> <li>- Sistemas de <b>Inyección de químicos</b>, que comprende todos los químicos requeridos para el tratamiento de crudo y agua producida.</li> <li>- Sistemas de <b>Drenajes y aguas aceitosas</b>, que comprende las líneas que recolectan los drenajes de aguas aceitosas (fondos de tanques) y una piscina de aguas aceitosas, del tipo separador API.</li> </ul>

ID	ÁREA	EXTENSIÓN APROXIMADA (Ha.)	FINALIDAD
10	RECIBO Y SEPARACIÓN DE FLUIDOS	0,045	Ubicación de equipos de recibo y separación como manifold's y separadores bi/trifásicos, tanto de producción como de pruebas.
11	GENERADORES ELÉCTRICOS	0,13	Espacio designado para la ubicación de equipos e infraestructura asociada a cada uno de los siguientes sistemas: Sistema de <b>Almacenamiento de combustibles</b> , que incluirá tanques para almacenamiento de ACPM y bombas asociadas para proveer energía a las calderas de generación de vapor, planta de generación de electricidad, módulos de generación de vapor y cualquier otra área de la Facilidad que la requiera. Sistema de <b>Generación y distribución de electricidad</b> , que consistirá de plantas de generación localizadas estratégicamente, que surtirán los requerimientos de electricidad de toda la Facilidad, usando para ello combustible.
12	TEAS	0,03	Zona de instalación de posibles quemaderos o de llegada de líneas de alivio de presión.
<b>TOTAL</b>		<b>0,90</b>	

Fuente: Geingeniería 2013

✓ Equipos

Las FTP podrán estar conformadas por un conjunto de equipos similar al incluido en la **Tabla 2-93**; sin embargo el tipo, configuración, distribución y cantidad definitiva de ellos, se determinará en base a información resultante de la aplicación de las pruebas de producción, tal como: tipo, volumen y características de fluidos producidos.

**Tabla 2-93 Principales equipos de una FTP**

ÁREA DE RECIBO Y TRATAMIENTO DE CRUDO	ÁREA DE TRATAMIENTO DE GAS	ÁREA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS DE PRODUCCIÓN	ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE FLUIDOS	ÁREAS AUXILIARES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manifold's de producción y pruebas.</li> <li>- Separadores de Gun's barrel o FWKO'S.</li> <li>- Desnatadores</li> <li>- Intercambiadores de calor.</li> <li>- Tratadores térmicos</li> <li>- Bombas de múltiples especificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scrubbers</li> <li>- Compresores</li> <li>- Intercambiadores de calor</li> <li>- Aeroenfriadores</li> <li>- Torres de fraccionamiento</li> <li>- Vasijas</li> <li>- Bombas de múltiples especificaciones</li> <li>- Teas o quemaderos de gas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desnatadores</li> <li>- Sistema de inyección de químicos.</li> <li>- Filtros</li> <li>- Tanques de cabeza</li> <li>- Bombas de múltiples especificaciones.</li> <li>- Skimmers portátiles</li> <li>- Cargaderos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanques de almacenamiento de crudo.</li> <li>- Tanques de almacenamiento de agua dulce o lavado.</li> <li>- Tanques de agua salada o tratada.</li> <li>- Bombas de múltiples especificaciones.</li> <li>- Medidores de caudal.</li> <li>- Cargaderos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generadores eléctricos</li> <li>- Calderas</li> <li>- Sistema contraincendios</li> <li>- Sistema de suministro de aire comprimido</li> <li>- Planta de tratamiento de agua potable y residual</li> <li>- Sistema de suministro de combustible</li> <li>- Sistemas de instrumentación y control</li> <li>- Equipos y materiales especializados para la contención, recolección y atención de derrames.</li> </ul>

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

✓ Procesos

Las FTP realizan el recibo, tratamiento, almacenamiento y despacho (transporte por carro-tanques y/o líneas de flujo) de los fluidos provenientes de los diferentes pozos que resulten comercialmente productores en el **APE BERILO LLA-38**. La ejecución de dichos procesos requiere contar con un

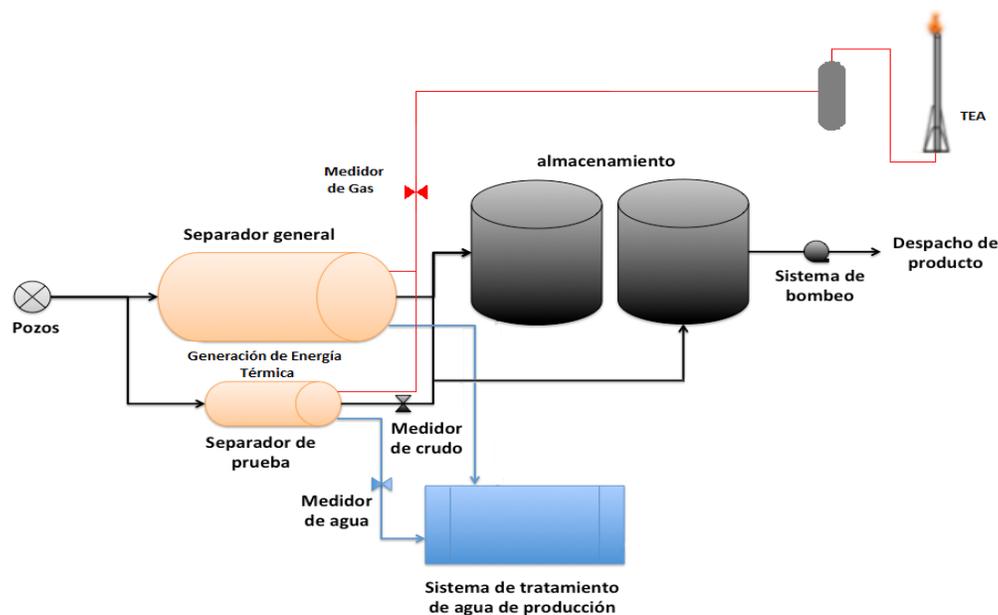
sistema de tratamiento de fluidos, un sistema de tratamiento y disposición de aguas de producción, un sistema de tratamiento, alivio y disposición de gas, áreas de almacenamiento y sistemas auxiliares requeridos para la operación de la facilidad. Ver **Figura 2-93**.

En cada una de las posibles facilidades tempranas de producción del proyecto, tendrán lugar los siguientes procesos operativos:

- Sistema de manejo de crudo

El fluido llega desde cada uno de los pozos productores hasta el cabezal de entrada a las facilidades tempranas de producción, dirigiéndose inicialmente a los equipos para separación de fluidos (separadores, gun barrel, fwko, etc.).

El crudo es posteriormente enviado a tanques de almacenamiento alrededor de los cuales está dispuesto en un dique de contención con las especificaciones correspondientes para el manejo de derrames, donde se le da un tiempo de retención para ser posteriormente despachado al destino fijado por ECP.



**Figura 2-93 Proceso básico en facilidades tempranas de producción**

*Fuente: Ecopetrol, 2013*

Dependiendo de la ubicación de los pozos productores y de las facilidades de producción, se seleccionará una alternativa entre el uso de carro-tanques, líneas de flujo o las dos.

- Sistema de manejo de gas

En el caso de producción de volúmenes considerables de gas, se podrán aplicar alguna de las siguientes alternativas:

- Una vez el fluido ingrese a la facilidad, el gas será separado dependiendo de las condiciones operacionales mediante la utilización de equipos tales como separadores, gun barrel, etc.
- Luego de la separación del gas se realizará la implementación de teas con sus sistemas auxiliares. El diseño de dicha tea cumplirá las normas, en cuanto a altura y ubicación de la

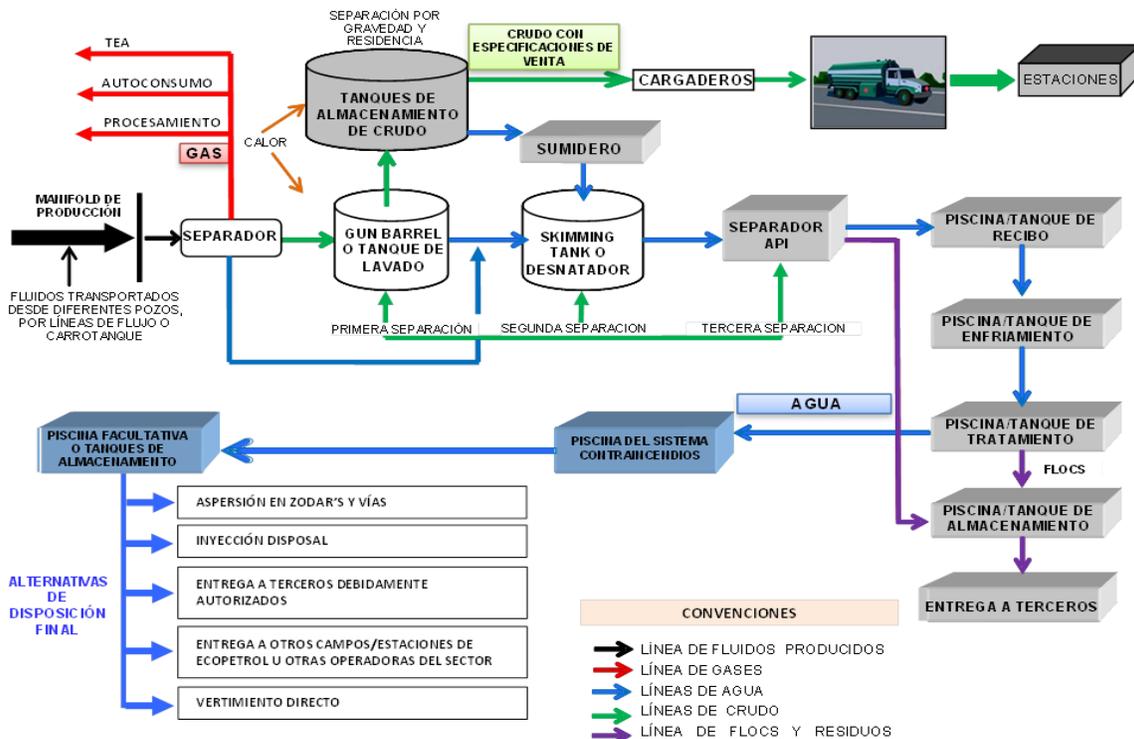
misma, establecidas en los Decretos 02 de 1982 y 948 de 1995; y es construida mediante un sistema de tuberías y accesorios que permiten la conducción de los gases que deben salir a alta velocidad (sónica) con el fin de evitar retornos y facilitar el proceso de ignición y quema.

- Aprovechamiento de este fluido para la generación de energía, venta o consumo.
  - o Sistema de manejo de aguas

El sistema de tratamiento primario del agua de producción básicamente consiste en una primera separación física del hidrocarburo líquido contenido en ella. El hidrocarburo es separado del agua por diferencia de densidades mediante equipos dispuestos para tal fin.

Posteriormente, al efluente le es añadido un agente químico desmenuficante, con la finalidad de romper la emulsión formada entre el agua y el hidrocarburo líquido residual. El agua obtenida del proceso anterior es direccionada hacia equipos donde la nata es separada, obteniendo agua con bajos niveles de concentración de aceites y grasas. De allí el agua será conducida al sistema final de tratamiento el cual podrá estar constituido por diferentes equipos y/o piscinas, para garantizar las condiciones físico-químicas necesarias para su disposición final.

Una vez asegurado el cumplimiento de los parámetros determinados en los Decretos 1594 de 1984, 3930 de 2010 y/u cualquier otra normatividad ambiental que los sustituya, modifique o complemente; el agua tratada será dispuesta de acuerdo con la(s) alternativa(s) de disposición autorizadas por la autoridad ambiental y solicitadas por ECP en el **Capítulo 4: Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales**. La **Figura 2-94**, resume los procesos descritos anteriormente.



**Figura 2-94 Diagrama de procesos generalizados para una FTP**

Fuente: Antea Group S.A.S., -2014

✓ Desmantelamiento de las áreas e instalaciones

El abandono del área implica el desmantelamiento de la torre de perforación y de todos los equipos empleados durante la operación, el desarme de campamentos, el sellamiento de las piscinas y demás infraestructura construida. Dicha actividad, se realizará de tal manera que no genere problemas de erosión in-situ. Se cerrará cualquier piscina utilizada para el almacenamiento de lodos y cortes de perforación.

Se retirarán de la plataforma, equipos restantes o basura que pueda estar presente. Se removerán también cercas y campamentos si existen. Para las áreas de plataforma y vías cuyo material no vaya a ser reutilizado, se procederá a la siembra de árboles o a la inducción de la revegetalización natural.

Se revisarán los drenajes y se asegurará que no estén taponados. En las zonas donde se hayan colocado alcantarillas se evaluará la opción de retirarlas dejando un canal abierto en el lugar donde estas se encontraban. La piscina cubierta deberá ser capaz de soportar el peso de personas y animales, o de vehículos que pudieran transitar por esa zona.

Es práctica de la empresa, el tratar las piscinas de lodos una vez se concluye la perforación de un pozo. Una vez la piscina ha sido tratada, el agua puede ser reutilizada. El manejo de las aguas presentes en las piscinas de los pozos deberá cumplir los requerimientos del decreto 1594 de 1984. Los parámetros que deben seguir se presentan dentro del Plan de Manejo Ambiental.

El agua podrá ser reutilizada para actividades de riego en la plataforma o vías aledañas. También podrá utilizarse para riego en zonas de reforestación. Una vez la piscina se encuentre sin agua, se procederá al proceso de cierre, cumpliendo previamente los siguientes lineamientos básicos:

- Para el cierre de las piscinas deberá haberse efectuado un análisis de los lodos existentes en la piscina y cumplir con los criterios de la Norma Louisiana 29B (se presentan en el Plan de Manejo Ambiental).
- Si el análisis demuestra el cumplimiento con los parámetros mencionados anteriormente, la piscina podrá cerrarse. Si algún parámetro está por encima de los límites de estos parámetros, será necesario adelantar procedimientos especiales tales como mezcla/dispersión/solidificación/encapsulamiento u otros para asegurar un cierre adecuado.
- El cierre se efectuará con el material disponible en la localización. Las áreas de piscinas que contuviesen lodos se mezclarán con el material de cierre y se cubrirán como mínimo con una capa de 10 cm de espesor de material de cierre.

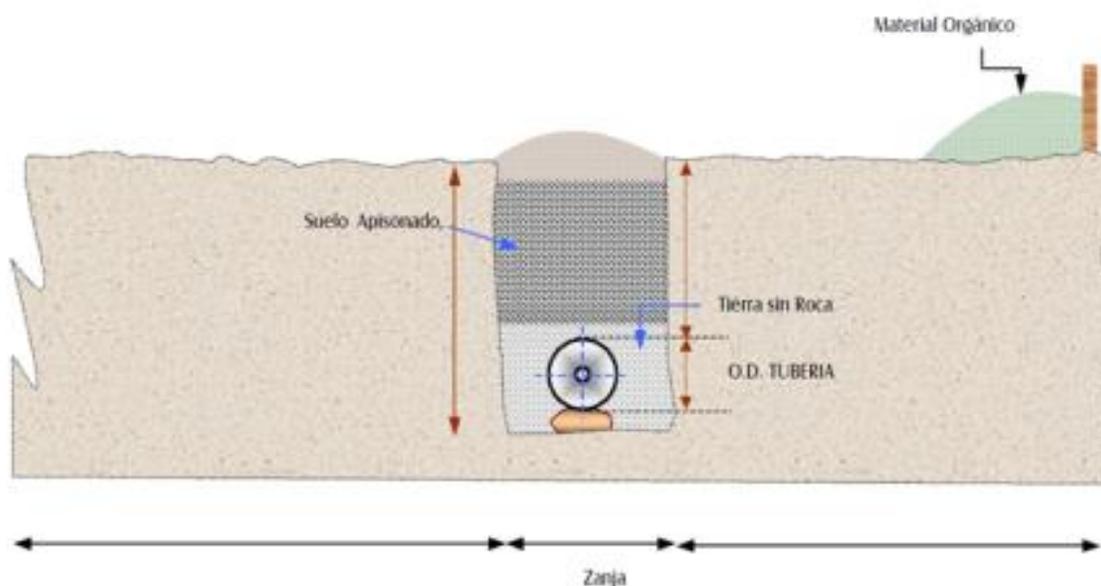
De acuerdo con la metodología RBCA y Norma Louisiana 29 B se permite el cierre pasivo en algunos casos, es decir que no todas las piscinas serán clausuradas, ya que algunas de éstas (por su localización estratégica y geográfica) pueden ser utilizadas como reservorios de agua en tiempo seco para las diferentes especies faunísticas que habitan en la zona, previo manejo y tratamiento en cumplimiento de la normatividad vigente y se verifique que no ocasionar a daño alguno para ninguna de las especies que eventualmente harán uso de ésta.

#### 2.3.2.6 Instalación y operación de líneas de flujo

La construcción e instalación de las líneas de flujo podrán ir a nivel de superficie del terreno y/o apoyadas en soportes marcos "H" a campo traviesa y/o paralelas a las vías y/o enterradas, con una longitud de hasta 60 Km, comunicará las 10 localizaciones y los sitios de captación y vertimiento (si el proyecto lo requiere). En los derechos de vía de las líneas de flujo podrán ir entre una a cuatro líneas de flujo, para el transporte de los diferentes fluidos (como son: aguas, hidrocarburos, aguas residuales tratadas y otros líquidos que se requiera transportar), las cuales estarán dentro del APE

BERILO LLA-38. La maquinaria a emplear consta básicamente de retroexcavadora mediana con cuchara pequeña para no realizar los sobre anchos de las zanjas a excavar, la tubería se transportará mediante camiones o tracto mulas que ingresarán hasta donde las vías existentes permitan, después se acopiarán a lo largo del Derecho de vía de la línea de flujo mediante la retroexcavadora. El tipo de residuos sólidos que se generarán son sólidos como cartón, papel y otros, que se genera por el personal que labora. La mano de obra será de la región para labores de auxiliar y el personal calificado en soldadura (si se requiere) será de la región que cuenten con certificado de soldador que especifica Ecopetrol S.A.

En la **Figura 2-95** se observa el esquema típico de una línea de flujo enterrada y en la **Tabla 2-94** se agrupan y sintetizan las características principales de un corredor de líneas de flujo en la etapa inicial del proyecto.



**Figura 2-95 Esquema Tipo de una Línea de Flujo Enterrada**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

#### 2.3.2.6.1 Alternativa de trazado, posibles accesos y cruces fluviales

El Derecho de vía es la franja de terreno necesaria para la ejecución de las obras conforme con las dimensiones y alineamientos indicados en los planos de diseño. El Derecho de vía está conformado por una zona de trabajo dimensionada de acuerdo al diámetro de la tubería que se va a emplear (para tuberías de 2" se requiere una zona de trabajo de 5 m y una tubería de 6" se requiere un ancho de trabajo de 12 m, y unas zonas adyacentes para disponer los materiales provenientes de la conformación del terreno.

Estará determinado por la zonificación ambiental del proyecto, realizándose de forma paralela a las vías a mantener, mejorar o construir para el **APE BERILO LLA-38** o a campo traviesa, ambas formas enterradas en el suelo, debido al problema de seguridad del área.

#### 2.3.2.6.2 Especificaciones técnicas

El diámetro y espesor de las líneas de flujo, se determinara en base al tipo de fluido (densidad), volumen a transportar y presión a la que deber a fluir. Teniendo en cuenta las proyecciones del campo, se tenderán líneas de hasta 6" de diámetro. Con base en los accidentes geográficos como

caminos, carreteras, ríos, centros poblados, se determinaran los accesorios requeridos (válvulas, curvas prefabricadas) para la puesta en operación del sistema y además se determinará el trazado el cual estará dentro de corredores que se encuentran en zonas permitidas por la zonificación ambiental del proyecto.

**Tabla 2-94 Especificaciones generales para líneas de flujo proyectadas**

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Longitud	Variable según el desarrollo de las actividades de perforación en el área; podrán alcanzar una longitud de hasta 6 Km en cada conexión de localización a localización, a Facilidades de Producción, con puntos de captación y/o sitios de vertimiento.
Diámetro de la Tubería	Tubería de acero al carbón u tubería flexible, de Ø hasta 6".
Ancho del corredor	Ancho derecho del corredor de las líneas de flujo hasta 12m (podrán establecerse de 1 hasta 4 líneas de flujo por derecho del corredor, dependiendo del fluido que se desea transportar (agua, aguas residuales tratadas, hidrocarburos y otros).
Cruces de corrientes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Enterrados.</li> <li>Lastrados o dirigido</li> <li>Aéreos.</li> </ol> Los cruces enterrados o lastrados de las líneas de flujo requerirán ocupación de cauce y las líneas irán paralelas a vías existentes o por construir, en los posible serán construidos en marcos "H" para minimizar el impacto sobre los cauces
Cruces de vías y otras tuberías	Tramos enterrados.
Conexión entre tubos	Tubería roscada y/o soldada.
Revestimiento	Tubería con o sin revestimiento dependiendo del material de tubería instalado.
Prueba hermeticidad	Las pruebas hidrostáticas se realizarán preferiblemente sin usar productos químicos, sin adición de biocidas y/o secuestrantes de oxígeno.
Instalación	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tubería enterrada paralelas a las vías de acceso: Irán incluidas en el DDV de los corredores viales, el cual será de 25 m.</li> <li>Tubería enterrada a campo traviesa (Ancho DDV de 12 m)</li> </ol>

Fuente: Ecopetrol S.A. – 2010

### ➤ Zanja

Profundidad mínima de la zanja 1.20 m medido hasta la cota superior del ancho medio de dos veces y media el diámetro de la tubería, En las áreas de cultivos industriales la profundidad debe ser como mínimo 2.5 metros, medida hasta la clave del tubo. El ancho de la zanja en el fondo será mayor a 2.5 veces el diámetro de la tubería a enterrar.

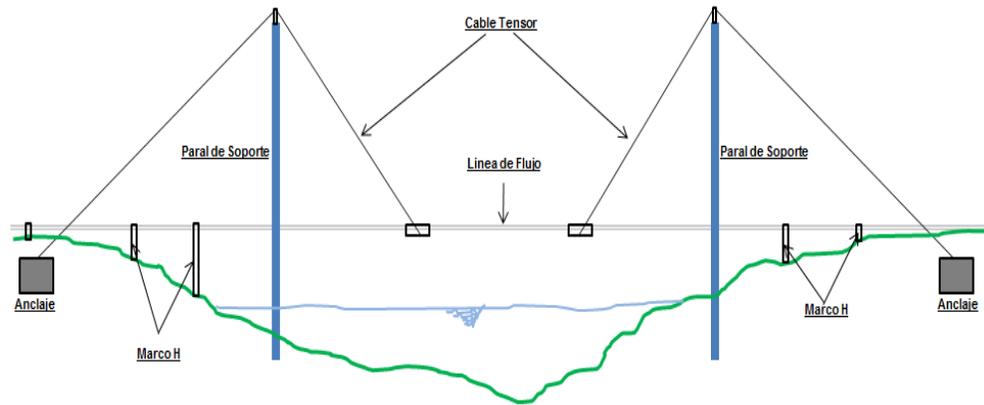
Marcos "H": En caso de emplear marcos tipo "H", la distancia entre estos será mayor o igual a tres (3) veces el diámetro de la tubería, la altura (H) del marco es variable dependiendo de la forma del terreno y de las características de apoyo y doblado del tubo. Si H altura del marco es mayor de 2 m se deber a utilizar doble travesaño. El marco ira enterrado a una profundidad de mínimo 1.5 m.

### ➤ Paso subfluvial

La profundidad para instalar la tubería para el cruce del cauce, en corrientes con ancho mayor a 30 m y caudal medio superior a 20 m<sup>3</sup>/s, con lecho rocoso la tubería se instalar a una profundidad a más de 1 m, para lecho aluvial la profundidad mínima para instalar la tubería será de 2.5 m. En corrientes con ancho de cauce entre 10 a 30 m caudal permanente de 5 m<sup>3</sup>/s en lecho aluvial la profundidad de la tubería será superior a 2.0 m de la cota más baja del lecho del cauce. En corrientes menores la profundidad de instalación de la tubería ser a igual a un tramo normal. En todo caso las márgenes del cauce deberán ser protegidas con enrocado o materiales que garanticen la estabilidad de la orilla del cauce.

➤ **Cruce de líneas de flujo**

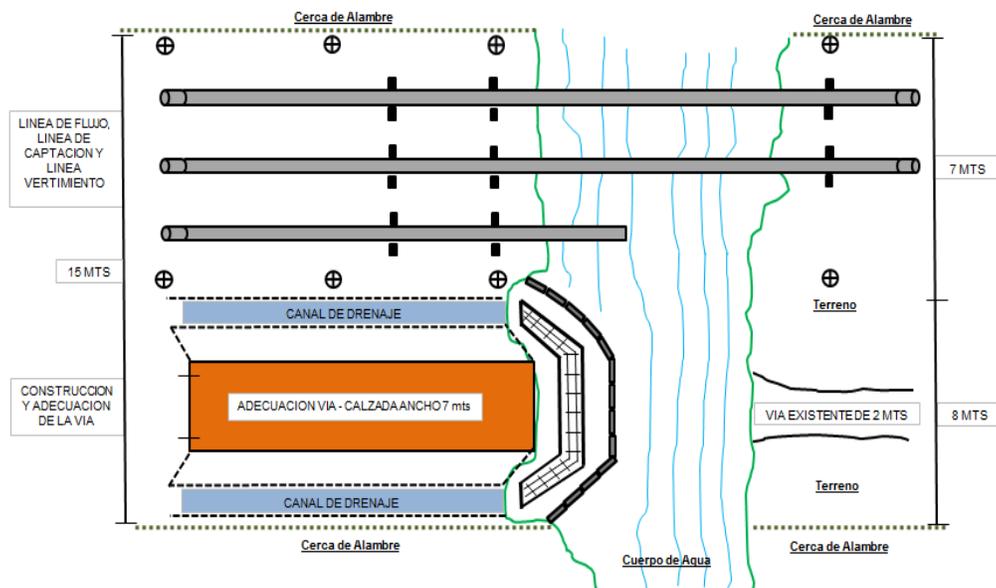
Para el cruce de líneas de flujo, ya sea subterráneo o aéreo, se contempla una franja de seguridad de 12 m para evitar una intervención posterior a la construcción debido a otras obras. La señalización del cruce de líneas de flujo se localiza en los bordes de dicha franja indicando donde va la dicha línea. En otros casos se requiere la construcción de un puente para el cruce de la línea de flujo, el cual requiere la construcción de pilotes o caisson y los pesos muertos para los anclajes del cable de tensión (**Figura 2-96**).



**Figura 2-96 Esquema típico del cruce línea de flujo mediante puente colgante**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014

A continuación se especifican las obras necesarias para realizar un cruce de cuerpo de agua con Líneas de Flujo (agua, hidrocarburo, gas y otros líquidos que se requiera movilizar), Captación de Agua y/o Vertimiento (si lo requiere el proyecto) y Adecuación y Construcción de nuevas vías para la transitabilidad de los vehículos (**Figura 2-97**).



**Figura 2-97 Esquema típico de las obras conjuntas al cruce de los cuerpos de agua**

Fuente: Antea Group S.A.S.,-2014.

### 2.3.2.6.3 Métodos constructivos

#### ➤ Localización y replanteo

La localización se realizara de acuerdo con los planos de localización general del proyecto, utilizando sistemas de precisión que permitan fijar adecuadamente los puntos topográficos auxiliares. El replanteo se hace con base en los planos de construcción del proyecto, haciendo referencia a los ejes de manera que se garantice la fijación y estabilidad de las marcas. El control planimétrico y altimétrico se hace permanentemente con base en mojones y puentes fijados con precisión de tercero y cuarto orden.

#### ➤ Señalización

Los diferentes tipos de señales se instalarán, antes de iniciadas las operaciones de construcción principalmente en los accesos al derecho de vía (**Tabla 2-95**).

**Tabla 2-95 Señalización para construcción de líneas de flujo**

SEÑALES	DESCRIPCIÓN
PREVENTIVAS	Forma cuadrada. Se colocaran con una diagonal en sentido vertical. Dimensión mínima del lado del cuadrado: 90 cm. Color: Fondo anaranjado y símbolos y orla negra.
REGLAMENTARIAS	Forma circular. Diámetro mínimo del círculo: 90 cm. Color: Fondo blanco y símbolo y orla negra, trazado oblicuo rojo. Las señales reglamentarias que indican prohibición, tendrán un trazo oblicuo descendente a 45° con la horizontal de izquierda a derecha, desde el punto de vista del usuario.
INFORMATIVAS	Forma rectangular. Se deben hacer con la mayor dimensión en posición horizontal. Las dimensiones del rectángulo varían de acuerdo con el mensaje. El lado menor será mínimo de 50 cm. Color del fondo anaranjado. Letra y orla negras. Las señales informativas indicaran, además, entradas y salidas de equipos pesados y su ubicación debe ser escogida en forma tal que sea fácilmente visible y no Interfiera el transito continuo de los vehículos ni la visibilidad, ya sea por la ubicación o por las demoras ocasionadas por su lectura.
BARRICADAS	Se forman por bandas o listones horizontales de longitud no superior a 3 m y ancho de 30 cm separados por espacios iguales a sus anchos. La altura de cada barricada debe tener un mínimo de un 1.5 m. Las bandas horizontales se pintan con franjas alternadas negras y anaranjadas reflectivas que formen un ángulo de 45° con la vertical.
CANECAS	Cuando la construcción de barricadas no es factible se utilizaran canecas llenas de suelo las cuales deben pintarse con franjas alternadas reflectivas negras y anaranjadas de 20 cm de ancho; la altura de las canecas no debe ser inferior a 80 cm. Conos: Existen conos de delineación y delineadores luminosos. Se utilizaran conos con una altura mínima de 45 cm, los cuales se emplean para delinear los sitios temporales de construcción cuando el flujo de transito sea temporalmente desviado de su ruta.
CONOS	Conos de delineación y delineadores luminosos. Se utilizaran conos con una altura mínima de 45 cm, los cuales se emplean para delinear los sitios temporales de construcción cuando el flujo de transito sea temporalmente desviado de su ruta.

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

Las señales en general, deberán cumplir con las normas de señalización y en particular con características adecuadas en cuanto a: visibilidad (iluminación y reflectividad), posición y tamaño.

#### ➤ Movilización de equipos y transporte de tubería

- ✓ Transporte general

La tubería será transportada desde el sitio de almacenamiento de la tubería hasta los sitios cercanos al Derecho de vía desde donde se hace la distribución a los diferentes frentes de trabajo. El transporte se realizara cumpliendo con la normatividad de transporte pesado utilizando remolques con cama baja. Durante el cargue de la tubería en el remolque, se manejaran los tubos sin dejarlos caer y se colocaran pareados en su longitud con los otros tubos. Después de

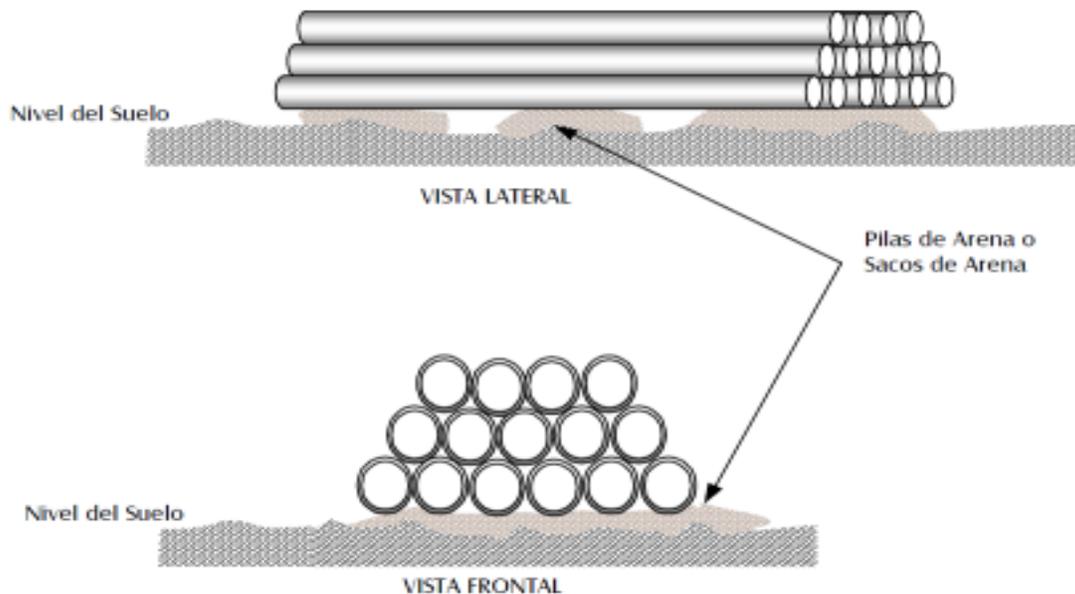
acomodarlos se aseguraran con eslingas de nylon debidamente protegidos para fijar la carga a los apoyos. Se usaran cojines de caucho o manilas de nylon para evitar el contacto tubo a tubo.

➤ **Transporte local**

Se refiere al transporte de la tubería desde los sitios de acopio hasta los puntos de instalación a lo largo del Derecho de vía. El transporte se realizara empleando un equipo para este fin, como carga tubos. Las áreas deberán ser debidamente serializadas, tanto en el lugar de acopio como en las vías de acceso.

➤ **Acopio y tendido de tubería en zona de descarga**

Es el almacenamiento de tubos en los sitios previamente adecuados y en la forma conveniente, para evitar daños de estos. Las zonas seleccionadas deben ser de topografía plana a ondulada, geotécnicamente estable, desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva, que conserven una distancia prudente a los cuerpos de agua y que cuenten con facilidad de acceso. La disposición de los tubos se realizara sobre durmientes de madera o montículos de tierra revestida con sacos, en ningún caso la primera hilada se dispondrá directamente sobre el terreno, para evitar el contacto tubo a tubo se emplearan manilas de nylon, adecuadamente dispuestos en sentido transversal a la tubería en cada tercio de su longitud.(**Figura 2-98**).



**Figura 2-98 Modelo para acopio de tubería**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

➤ **Desmonte y descapote**

Para realizar un paso por cercas que sea necesario cortar se construir a un broche o puerta que permita el paso del Derecho de vía sin afectar ganadería o actividades propias de cada predio. Se construirán trinchos, previo a la conformación del Derecho de vía con el fin de proteger el terreno adyacente de sedimentos y materiales que afecten la cobertura lateral de los predios intervenidos. Cuando se requiera interceptar cauces o corrientes, se conformaran alcantarillas provisionales, proteger el Derecho de vía con trinchos o vertederos hechos con troncos, ramas, piedras, sacos de fibra natural o gaviones.

➤ **Remoción de cobertura vegetal**

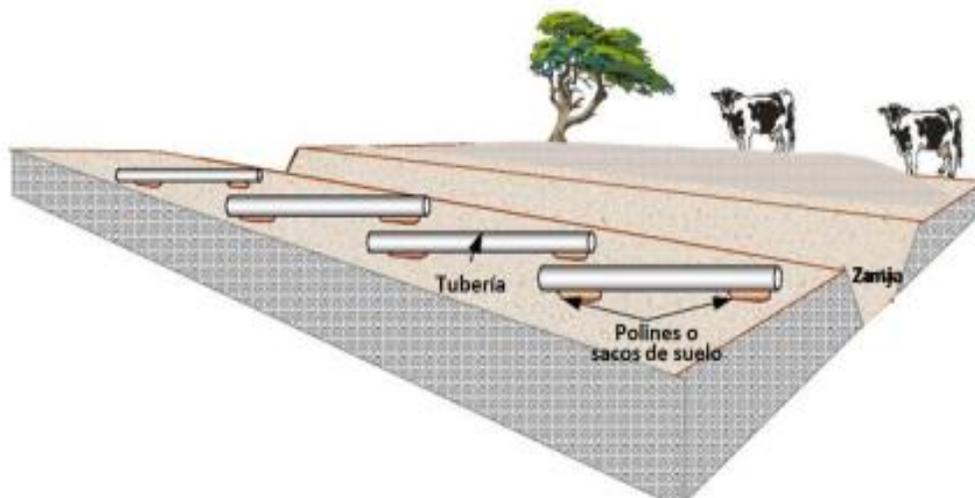
El material orgánico se retirará y será colocado en un sitio diferente al que se dispondrá el material inerte. El material orgánico producto de la remoción de cobertura vegetal se dispondrá y acordonar en sitios donde se garantice su almacenamiento, para su posterior utilización en la fase final de recuperación de la cobertura vegetal.

La construcción del Derecho de vía, debe quedar terminada antes de iniciar las labores de transporte y manejo de tubería.

➤ **Tendido, doblado, alineado y soldadura en la etapa de lingada**

✓ Tendido

La tubería será apoyada sobre sacos de polipropileno llenos de suelo suelto de tal manera que se evite el contacto con el suelo. 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. (Figura 2-99).



**Figura 2-99 Modelo para tendida de tubería**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013*

➤ **Limpieza interna**

Previo al alineamiento y soldadura de los tubos, se verificará que su interior esté libre de materiales extraños. Al finalizar cada jornada de trabajo los extremos de la tubería deberá 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 y soldadura**

Para iniciar la soldadura de producción, el bisel y su zona adyacente se encontraran libres de cualquier material extraño (grasa, pintura, oxido, polvo, etc.). El bisel solo será manipulado por un soldador calificado. En el alineamiento de los extremos de tubos sucesivos se repartirá cualquier diferencia de espesores en toda la longitud de la circunferencia, conservando el máximo desalineamiento permitido por la norma correspondiente.

Para el alineamiento de los tubos sucesivos se utilizaran grapas exteriores o dispositivos interiores. La grapa exterior se removerá cuando se haya completado el 50% del pase de raíz y cuando se utilice dispositivo interior.

➤ **Control radiográfico**

En tramos especiales se realizará inspección radiográfica de las uniones (si se requiere), las cuales dependerá de las exigencias técnicas del proyecto. Durante el revelado de películas radiográficas, se producen residuos que deben ser manejados de acuerdo con procedimientos específicos definidos en el plan de manejo.

Es importante tener en cuenta que está prohibido el almacenamiento en un mismo lugar y al mismo tiempo, de sustancias radiactivas, materiales inflamables, tóxicos, corrosivos o explosivos. Así mismo, durante las pruebas radiográficas se señalizara el área de ejecución y no se permitirá el acceso de personal, por lo menos 50 metros a la redonda.

➤ **Protección anticorrosiva**

Aun cuando se utilice tubería con revestimiento anticorrosivo aplicado en fábrica, siempre se requiere adicionar en campo revestimiento tanto a las uniones como a las secciones deterioradas. Previo a la aplicación del revestimiento será necesario llevar a cabo la limpieza superficial de la tubería.

➤ **Desplazamiento de 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 principal insumo de la prueba en esta etapa, es el volumen de agua necesario para llenado de la tubería. Teniendo en cuenta que no se conoce la longitud definitiva de las líneas de flujo y con el fin realizar un estimativo del volumen de agua requerido, se toma como base de cálculo una línea de hasta 6" de diámetro la cual sería la tubería más amplia a implementar. Bajo este escenario, se calcula que se requerirán aproximadamente cerca de 18,24 m<sup>3</sup> por kilómetro. Sin embargo el volumen de agua dependerá del diámetro de la tubería y la longitud en prueba. Esta agua se transportará en carro-tanque o por medio de bombeo hasta el sitio de la prueba.

El agua necesaria para la realización de la prueba hidrostática se obtendrá de los cuerpos de agua superficial, las aguas subterráneas en el **APE BERILO LLA-38** (siempre y cuando se cuente con el permiso respectivo), o de fuentes de abastecimiento como sistemas de tratamiento en localizaciones o FTP y/o aguas subterráneas autorizadas en el

El volumen a verter será aproximadamente igual al volumen utilizado en la prueba hidrostática, lo que significa que para una línea de hasta Ø6" se inyectara cerca de 18,24 m<sup>3</sup> por kilómetro de línea de flujo; se realizará el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos acorde con los requerimientos del Decreto 1594 de 1984.

➤ **Zanjado, bajado y tapado**

- ✓ Apertura de zanja

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

➤ **Bajado**

Se retirará del fondo de la zanja todo aquello que pueda dañar al recubrimiento como 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 evitara golpes o fricciones contra los lados de la zanja. Para este efecto se colocaran láminas de madera contrachapada, fieltros o cartones corrugados.

➤ **Tapado**

Se rellenará inmediatamente después de la instalación para evitar cualquier daño del recubrimiento. Antes de rellenar se separaran 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 podrá remplazarse 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. En los sitios de pendiente pronunciada o cuando el frente de apertura de zanja vaya separado del frente de bajado y tapado más de 3 días, se colocara en la zanja protecciones para evitar erosión y confinar posteriormente el relleno.

Para pendiente del terreno superior al 50% se colocara en la parte superior de la barrera uno o dos gaviones de 2 x 1 x 1 metros. El relleno se terminara 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 bulldozer.

➤ **Aditamentos**

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 incluirá una tapa y un orificio de ventilación.

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. La platina calibradora del "marrano" de calibración, tendrá un diámetro del 95% del diámetro interno menor existente en el tramo de tubería que se va a

probar, y un espesor de 31/8" si es de aluminio; en caso de que sea de acero, el espesor debe ser de 31/16"; las ranuras radiales estarán separadas 60° y su ancho debe ser de 31/16".

➤ **Prueba hidrostática**

Para realizar la prueba hidrostática se tendrán como referentes los siguientes criterios y procedimientos:

- La presión de la prueba hidrostática en cualquier punto de la tubería, no deberá ser inferior al 125% de la presión de operación en cualquier punto.
- Se realizarán pruebas locales en el momento previo a la instalación de tramos en cruces especiales y zonas pantanosas y luego pruebas generalizadas de la línea.
- La prueba hidrostática se procurarán realizar en horas diurnas y tiempo seco.
- Los accesorios que se emplearan en forma definitiva a la línea de flujo no serán los empleados en la prueba hidrostática.
- Limpieza interior y calibración de la tubería

✓ **Presurización**

Cuando la sección de prueba esta lista, se conectar a la bomba de presión a la instalación, bombeando hasta alcanzar una presión de 100 a 200 psi aproximadamente y permitiendo que dicha presión se mantenga a ese nivel durante un mínimo de 30 minutos, con el propósito de probar que no existen fugas mayores. Se continúa comprimiendo hasta alcanzar el 70% de la presión de prueba, la que se debe mantener 30 minutos hasta que se estabilicen presiones y temperaturas. Posteriormente se realizan incrementos de 10 psi, los cuales deben ser perfectamente leídos en la escala del manómetro y registrados, hasta alcanzar la presión de prueba, la cual debe mantenerse por una hora; posteriormente se reduce la presión 50 psi para realizar la prueba de hermeticidad con el propósito de prevenir aumentos de presión por encima del rango de presión hidrostática por efectos de aumento en la temperatura de la tubería. Una vez la presión de prueba haya sido alcanzada, se detiene y desconecta la bomba.

Se hará una cuidadosa revisión final para asegurar que ninguna de las válvulas en la sección de prueba presente fugas. El período oficial de pruebas inicia cuando se hayan estabilizado presiones y temperaturas. Al iniciarse el período oficial de pruebas se registrar a la presión, determinada mediante un registrador e indicador de presión instalado en un extremo de la sección de prueba, y simultáneamente registrarse las temperaturas en dos puntos diferentes de la sección. Se mantendrá a la presión de prueba durante un período mínimo de 4 horas. Se tomarán lecturas de presión y temperatura cada hora. Los datos de la prueba se registrarán. La prueba es satisfactoria si no sobreviene una carda de presión durante el periodo de prueba y si los cambios de presión que se lleguen a presentar pueden ser correlacionados satisfactoriamente con las variaciones de temperatura.

En la **Tabla 2-96** se presenta volúmenes de referencia estimado para la realización de la prueba hidrostática en líneas de 1 km de longitud.

**Tabla 2-96 Volumen de agua a utilizar en la prueba hidrostática**

DIÁMETRO	VOLUMEN m <sup>3</sup>
2"	2.1
2 1/2"	3.2
6"	18.5

✓ 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 un proporcionador con su bomba de descarga, con el fin de 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, herrumbre 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.

➤ **Construcción de las obras civiles para los cruces especiales**

Para los cruces subterráneos o aéreos de líneas de flujo, se contará con una franja de seguridad de hasta 12 metros con el fin de no realizar intervención posterior a la construcción por otras obras. La señalización de los cruces de líneas de flujo se localizará en los bordes de dicha franja indicando donde va la línea de flujo. Para la construcción, se utilizará retroexcavadora en la apertura de las zanjas y mediante un topo o martillo hidráulico se realizará la perforación dirigida para cruzar el cauce.

➤ **Cruce de vías**

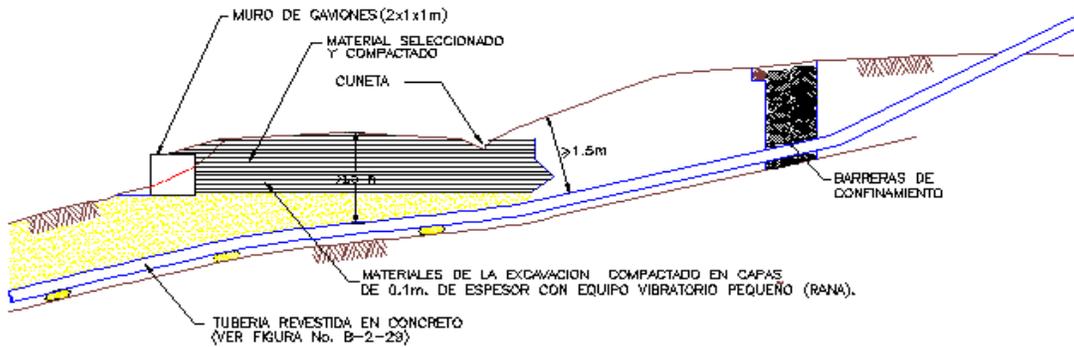
El cruce se realizará a cielo abierto contando que las vías al interior del campo. Una vez se ha bajado la tubería se rellenará la zanja, con material que permita obtener las iguales o mejores condiciones de la vía existente y que se desea interceptar.

En el cruce de la tubería bajo una vía, la instalación de la tubería cumplirá con los lineamientos, recomendaciones y mandatos del estándar API 1101 y 1102 "Recommended Practice for Liquid Petroleum Pipelines Crossing Railroads and Highways" para cruce de vías; para tal caso, la profundidad mínima requerida a cota clave será de 1,20 m., dimensión tomada desde el nivel de la superficie de la vía hasta la parte superior del tubo TOP (Top Off Pipe).

Las tuberías que se instalen en el cruce de una vía, deberá ser encamisada con tubería de un diámetro mayor, de igual manera se deberá instalar venteos a lado y lado de la vía en la tubería que sirve de camisa.

Estos cruces se ejecutaran en el menor tiempo posible realizando de antemano la debida comunicación a los usuarios de la vía y señalización de manera adecuada con avisos luminosos y reflectivos para proteger la integridad de los transeúntes, tanto diurnos como nocturnos.

Durante la reconfiguración de la banca en la vía, el acabado debe ser como mínimo igual al existente antes de construir la zanja, para lo cual se efectuará la compactación del relleno, usando vibro compactador manual ("rana"). La **Figura 2-100** muestra un detalle para un cruce de vía de tipo secundaria.

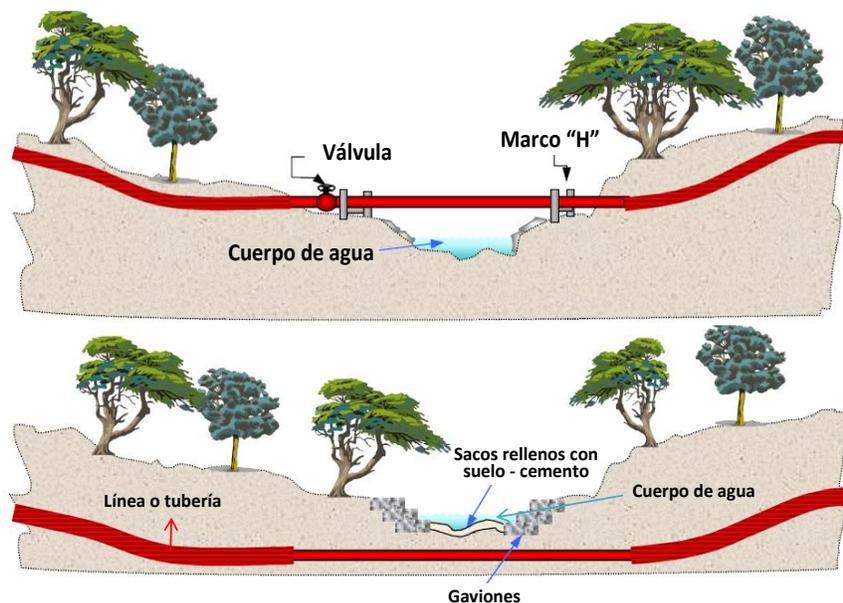


**Figura 2-100 Detalle cruce de carretera secundaria**

*Fuente: Antea Group, 2014.*

➤ **Cruce en corrientes**

Para los cruces de quebradas y caños se tiene como opción los cruces aéreos colocando la tubería sobre estructuras en marcos "H" y cruces subfluviales. (**Figura 2-101**).



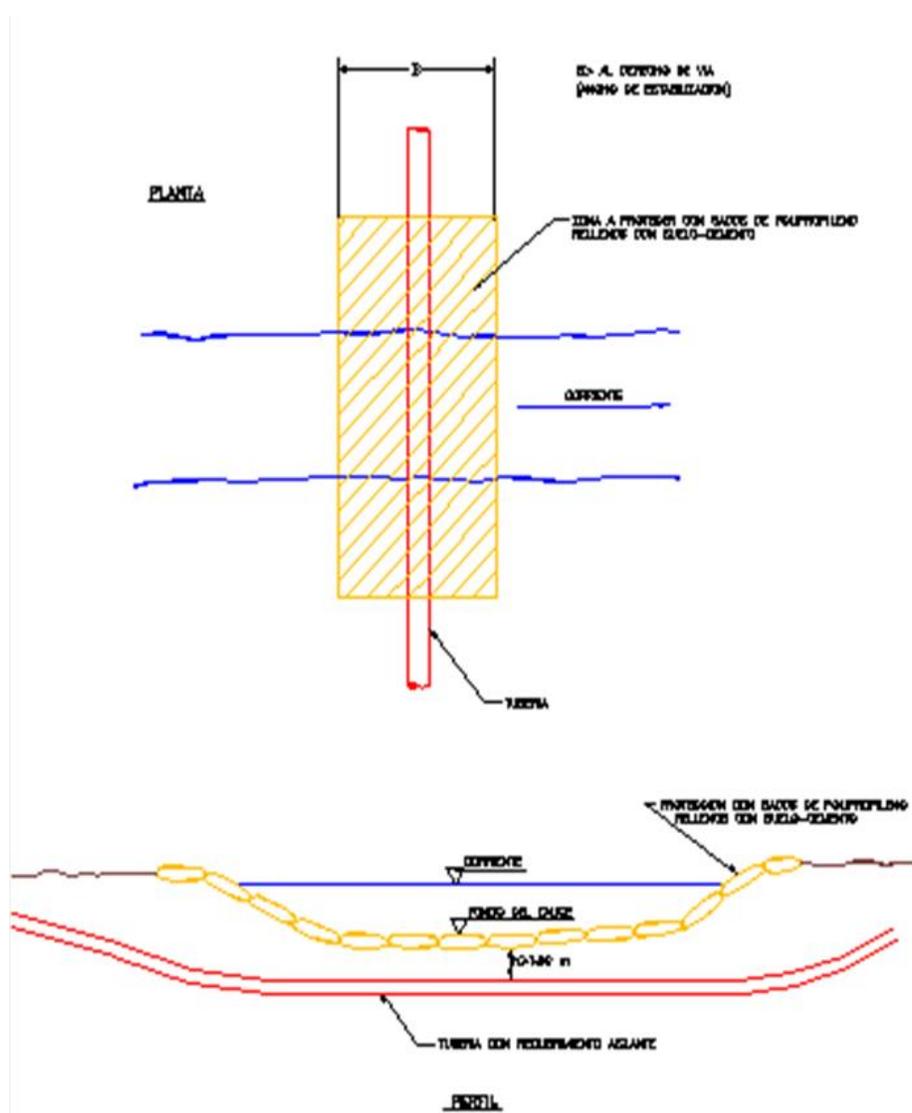
**Figura 2-101 Detalle cruces especiales**

*Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, -Group, 2013*

Para el paso por terreno empinado, el tubo se anclará por medio de macizos de concreto cada 15 metros, los cuales estarán fabricados con concreto, posteriormente se protegerá la tubería con esterilla de guadua, geotextil o tablillas de madera y luego se rellenará la zanja con concreto de menor compresión que el primero.

La instalación de las tuberías en todas las corrientes se realizará por el método de excavación a cielo abierto, y en los cruces de corrientes, durante la etapa de construcción, será necesario encauzar el agua para minimizar la alteración de la corriente con aporte de sedimentos.

Para la apertura de la zanja en los cruces de corrientes, se hace necesario el desvío del cauce mediante la colocación de sacos de arena o suelo con el fin de dejar al descubierto el lecho del río sobre el cual se construirá la zanja; una vez realizado, se procederá a hacer el mismo procedimiento para la parte restante (**Figura 2-102**).



**Figura 2-102 Obras de protección geotécnica y ambiental – Cruces sub-fluviales de corrientes menores**

*Fuente: Antea Group, 2014.*

Para los cruces de las corrientes menores (de carácter invernal), se recomienda el uso de tuberías en concreto o PVC para encauzar la corriente. Dichas tuberías colocadas en dirección del flujo captan el agua desde el hombro del corredor localizado aguas arriba y la vierten aguas abajo del sitio de cruce.

Para el paso de maquinaria y equipo sobre los cauces de los corrientes es necesario instalar enrocados en material aluvial grueso para evitar el contacto directo de la maquinaria con el lecho de la corriente.

La reconformación final, en algunos cruces, requiere de la construcción de muros de protección en las márgenes, enrocados en el fondo del lecho o protección mediante sacos de fibra natural rellenos de suelo cemento, para evitar la generación de procesos de socavación que, a la postre, afecten la tubería.

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

Para el adecuado funcionamiento del campo, en sus diferentes fases se prevé la utilización del personal que se relaciona en la **Tabla 2-97**; gran parte de este personal no estará de tiempo pleno, ya que los mantenimientos correctivos y construcción son discontinuos, y se contratarán según demanda.

**Tabla 2-97 Personal requerido estimado para la construcción de líneas de flujo**

CARGO	NÚMERO DE PERSONAS
Superintendente de Mantenimiento y operación	1
Ingeniero Residente de Mantenimiento y operación	1
Supervisor de Mantenimiento (Civil y Mecánico)	2
Inspector QC	1
Inspector HSE	1
Interventor Ambiental	1
Alineador	1
Ayudante Técnico alineador	1
Soldadores y electricistas	5
Técnicos inspección de soldadura y revestimientos	2
Equipo Topografía	5
Pintor	1
Ayudante Técnico de Pintura y Soldadura	1
Obreros (Adecuación Vial y Mecánico)	12
Re corredor de Línea	1
<b>Total Máximo</b>	<b>36</b>

Como se observa, la mano de obra es diversa y compuesta por ingenieros, capataces, técnicos en diferentes especialidades, soldadores, ayudantes, conductores, operadores de equipos y obreros.

En la **Tabla 2-98**, se presenta un estimativo de la maquinaria, equipos y herramientas requeridos para el montaje de las líneas de flujo; estas cantidades pueden cambiar de acuerdo a los alcances parciales generados año a año por el proyecto.

**Tabla 2-98 Estimativos de maquinaria, equipo y herramientas para el montaje de las líneas de flujo**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bulldozer	1
Retroexcavadora	2
Dobladora de Tubería	2
Malacates o poleas diferenciales	2
Equipo de soldadura	4
Pulidoras	4
Equipo de hidrolavado	2
Equipo prueba de presión	1
Mezcladoras	2
Carro-tanque	1
Soldadoras tipo diesel	2

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Cable para soldar	300 m
Equipos de oxicorte	2
Kit de derrames	1
Juegos de grapas	2
Corta tubo	1
Extintores	2
Juego de Herramientas Manuales	2
Andamios	2
Guadañadora	1
Grúa	1
Camión cama alta	1
Vehículo para transporte de personal	1
Cámara fotográfica con fechor	1
Equipo de GPS submétrico	1
Juego de galgas	1
Juego de Herramientas menores	2
Extensiones Eléctricas	2
Elementos de Seguridad	Para todo el personal

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2012*

#### 2.3.2.7 Inyección de aguas residuales industriales tratadas

Para el **APE BERILO LLA-38** se proyecta la construcción de hasta 10 plataformas multipozo, en cada una de estas plataformas se planea reconvertir hasta un (1) pozo exploratorios a pozo inyector para un total de hasta 10 pozos exploratorios reconvertidos a reinyectores en todo el Área.

El programa de disposición de agua estará acorde con los lineamientos de la legislación ambiental vigente, estipulados en los Términos de Referencia HI-TER-1-03 de 2010, Numeral 4.3, emitidos por el MAVDT ahora MADS, los cuales se muestran en detalle en el **Capítulo 4. Demanda, Uso y Aprovechamiento y/o afectación de recursos Naturales**, en el numeral **4.3.5 Reinyección**.

La reconversión a pozos reinyectores se efectuará para realizar la disposición final de las aguas provenientes del proceso de exploración (Disposal). El proceso de perforación tiene como objetivo inducir dichas aguas desde la superficie hacia la formación receptora de interés. Una vez se haya conectado la superficie con la formación seleccionada, se realizarán pruebas de inyectividad para determinar el caudal de aceptación del intervalo y presiones de fractura de la misma. Se establecerá el caudal y presión máxima de reinyección que se puede tener en cada pozo, garantizando que durante la inyección de fluidos esta no se sobrepase y por lo tanto no se cause ningún fracturamiento o modificación del intervalo receptor.

Las pruebas de inyectividad se efectuarán bombeando desde superficie el agua de formación a diferentes caudales y sobre presionando gradualmente el fluido hasta que se determine la máxima presión de inyección que se podrá inducir en cada pozo, para lo cual se instalarán herramientas como:

- **Bombas de inyección:** Impulsarán el fluido desde superficie hasta la profundidad determinada, a caudales y presiones definidas.
- **Tubería de inyección:** Conducto por el que fluirá el fluido de inyección desde superficie hasta el intervalo productor.

- Empaques: Anillos de caucho que se bajan con la tubería y que cuando se expanden permiten sentarla sobre el revestimiento y aislar la formación a una profundidad determinada, evitando el flujo de fluidos hacia otras formaciones.
- Medidores: Permitirán registrar presiones y caudales durante los periodos que se realice inyección de fluidos a la formación.
- Válvulas de cierre y apertura: Se utilizarán para dar control al pozo.

Los acuíferos superficiales se protegerán, al igual que en los pozos productores, cementando tuberías de revestimiento a lo largo del pozo y aislando de esta manera zonas ambientalmente sensibles dentro de la columna estratigráfica, evitando la filtración de fluidos inyectados hacia dichos intervalos.

El completamiento podrá ser sencillo o múltiple dependiendo de los intervalos seleccionados para la inyección, para lo cual se bajarán tuberías de inyección y se sentarán a la profundidad determinada por medio de empaques, de asentamiento mecánico o hidráulico, los cuales evitarán que el fluido inyectado se devuelva a superficie por el anular existente entre el casing y la tubería de inyección.

Previo a la reinyección se determinarán las formaciones que por sus características, como porosidad, permeabilidad y estabilidad son aptas para la aceptación de fluidos. Así mismo, se determinarán las propiedades del agua de formación a inyectar garantizando que cumpla con los parámetros de vertimiento establecidos por la normatividad ambiental.

#### 2.3.2.7.1 Sistema de manejo de las aguas producidas

La función primaria del sistema de tratamiento es la remoción de los sólidos que pueden taponar la formación por ser más grandes que el diámetro de la garganta poral; adicionalmente será necesario remover el aceite residual para prevenir la sobrecarga del equipo de control de sólidos.

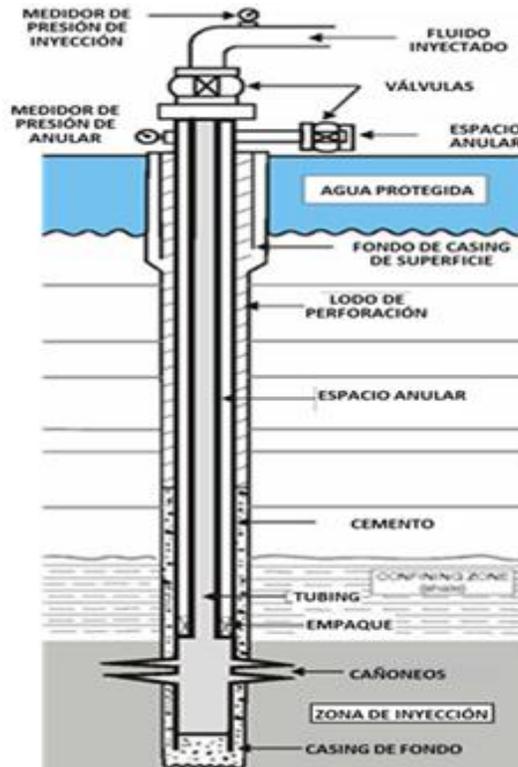
La filtración será el método utilizado para remover sólidos, mientras que la remoción de aceite se hará con los sistemas instalados en el pozo para el efecto.

En el evento de que los análisis de aguas muestren la tendencia a la proliferación de bacterias que causan corrosión o formación de sólidos, será necesario adicionar bactericidas al sistema de tratamiento. Igualmente, si se utilizan sistemas de tratamiento abiertos para la remoción de aceite, deberá adicionarse un secuestrante de oxígeno. En tales casos se utilizará productos comerciales biodegradables.

Para garantizar la protección de los acuíferos que se encuentran en el área, principalmente a los acuíferos de Depósitos Aluviales en Planicies extensas y acuíferos de la Formación Guayabo Superior, se seleccionó la Unidad C7 de la Formación Carbonera, con propiedades petrofísicas ideales y que presenten un buen sello hacia el tope, representado por la Unidad C6, con un sello regional representado por la Formación León y la Formación Guayabo Inferior y adicionalmente con sellos intraformacionales de la Formación Carbonera (Unidades C2, C4, C6), los cuales presentan características de baja permeabilidad, que garantizan el aislamiento de la zona. Por otro lado desde el punto de vista del completamiento de los pozos inyectores, también se realizaría un procedimiento enfocado a garantizar la integridad de los acuíferos superficiales usados por la comunidad y los que pueden ser potencialmente usados a futuro. Dicha información se encuentra relacionada en el **Capítulo 4. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de recursos naturales** del presente estudio.

### 2.3.2.7.2 Sistema de Reinyección

El sistema estará conformado por el equipo de bombeo y la línea de flujo que conducirá el agua tratada hasta el pozo inyector o disposal (**Figura 2-103**). Dichos pozos, podrán corresponder a: 1) pozos que resulten secos, 2) pozos con una producción comercialmente no explotable y/o 3) pozos perforados para este fin.



**Figura 2-103** Diseño mecánico tipo, para un pozo disposal

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013.

### 2.3.2.7.3 Generalidades para las Facilidades de Reinyección

El sistema de reinyección está conformado por el agua de proceso que es depositada en tanques de almacenamiento para luego inyectarla mediante el uso de bombas a la Unidad C7 de la Formación Carbonera.

El control de inyección es monitoreado por un indicador o transmisor de presión con la finalidad de mantener la presión requerida para romper la inercia del pozo. Los volúmenes de agua inyectada se controlan mediante el uso de medidores de flujo instalados en las facilidades o mediante el control por medición estática.

El sistema de reinyección usualmente incluye los siguientes equipos:

- Tanques de almacenamiento de agua
- Bombas de inyección (Booster) y alta presión.
- Medidores de caudal y presión

La **Figura 2-104**, presenta un diagrama generalizado con la infraestructura y proceso llevado a cabo en superficie para la reinyección de aguas de producción.



**Figura 2-104 Diagrama del proceso de reinyección de las aguas de producción**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2013.

Las especificaciones de las bombas (una unidad principal y otra de stand by) se establecerán de acuerdo con la presión de la formación, las características de la tubería, la cabeza de succión disponible y el volumen de agua.

Las bombas se ubicarán bajo cubierta, sobre piso duro, con bordillos o canales perimetrales para contener posibles derrames de agua, combustible o lubricantes, que serán conducidos hasta el sistema de tratamiento a través del drenaje de aguas aceitosas de la instalación.

La línea de flujo podrá instalarse en superficie, sobre marcos H. Dadas las características del terreno no será necesario hacer movimientos de tierra para acondicionar el Derecho de vía. Las labores se limitarán en términos generales al replanteo del trazado, la fijación de los marcos, el tendido de la tubería, soldadura, izaje y colocación del ducto en los soportes. Dado que la línea trabajará a alta presión los pegues se inspeccionarán con radiografía; adicionalmente se hará la prueba hidrostática para comprobar la hermeticidad del sistema.

### 2.3.2.8 Transporte heliportado

Entendiendo que se construirá y utilizará un helipuerto por cada localización, estos serán utilizados para el transporte de equipos, personal, materiales e insumos, prestando la logística necesaria para el desarrollo del proyecto. Los helipuertos y el transporte heliportado permitirá una más fácil y ágil comunicación entre las diferentes localizaciones del AID y con otras instalaciones de Ecopetrol S.A., o donde sea requerido.

En el caso que se decida realizar el transporte de residuos sólidos se tendrá en cuenta las siguientes medidas:

- En la medida que la disponibilidad de helicópteros y que las condiciones climáticas lo permitan, se transportarán los residuos al sitio propuesto para su almacenamiento temporal desde la plataforma de perforación. Se realizará y se tendrá una copia del registro de salida de los residuos que será entregada al responsable de cada unidad de carga. En esta planilla

- se indicará el tipo de residuo a ser transportado, peso, número de bultos y nombre del transportista, además del nombre del supervisor responsable que realizó la verificación.
- Dependiendo del tipo de residuos, estos serán embalados para su transporte seguro en contenedores, parihuelas, cilindros, bolsas, sacos, entre otros, y deberán estar correctamente rotulados indicando su contenido.
  - Para realizar el transporte de residuos peligrosos se deberá informar a la supervisión de seguridad inmediata, de manera que se evalúe el Análisis de Trabajo de Riesgo (ATR) y se obtenga el permiso de trabajo respectivo.
  - El transporte de los residuos desde la Localización se realizará a través de una Empresa Prestadora de Servicios Helicoptados, autorizada por Ecopetrol S.A.
  - Los helicópteros serán sometidos a auditorías externas supervisadas por el contratista. El personal transportado mediante helicóptero debe recibir instrucciones (inducciones) de seguridad específicas por parte del personal adecuado. El piloto deberá conocer las condiciones meteorológicas y deberán llevar registros y control de las horas de vuelo. Se debe disponer de un canal de comunicación por radio exclusivo para ser utilizado por el piloto y su personal, para no interferir con otras operaciones y viceversa.
  - Ninguna persona deberá encontrarse dentro del radio de 25 m del helicóptero cuando las hélices están rotando, a no ser que el trabajo requiera de su presencia en el área y se trate de personal autorizado y este haya sido reconocido por el piloto.
  - Está prohibido hacer fuego abierto en áreas donde el flujo del rotor del helicóptero pueda esparcirlo.

Se deberá impartir información de seguridad a los pasajeros antes del despegue. Esta deberá incluir:

- Descripción general de la aeronave.
- Procedimientos para acceso y abandono de la aeronave.
- Ubicación de los implementos en caso de emergencia (extintores, hachas, tanques de oxígeno, salidas de emergencia, botiquín de primeros auxilios).
- A los pasajeros se les deberá entregar protectores auditivos e instruir acerca de su uso apropiado.
- Cuando se sobrevuelan áreas de grandes cuerpos de agua, se debe indicar a los pasajeros sobre los procedimientos para abandono de la aeronave en el agua.

El personal de tierra coordinará con el piloto del helicóptero el peso y volumen a transportarse, áreas asignadas para el enganche y desenganche de la carga y personal de apoyo asignado. Las aeronaves evitarán operar en condiciones de lluvia u otras condiciones meteorológicas que pongan en riesgo la seguridad de sus ocupantes y de la nave misma. Los equipos para el llenado de combustible a helicópteros, tales como bombas, mangueras, dispensadores, boquillas, motores, filtros, etc., deberán ser hechos de material anti-chispa y contar con dispositivos para disipación de corriente estática.

Todos los materiales peligrosos a transportarse deberán estar debidamente identificados con el nombre y el riesgo del material (inflamable, explosivo, tóxico, etc.) y estar adecuadamente empacados.

Para el transporte de combustibles por helicóptero se usarán contenedores adecuados, provistos de un sistema de manejo de electricidad estática. El piloto y/o su tripulación verificarán que el lugar donde se depositará la carga se encuentre libre de obstáculos en un radio de 50 m y exista una zona libre de despegue de 50 m x 25 m. Se deberá supervisar que las áreas de enganche y desenganche se encuentren libres de material. El personal en tierra contará con el debido equipo de protección personal, durante la descarga (traje, casco, guantes, lentes protectores de polvo).

Está prohibido el transporte de personal ajeno al proyecto. En caso de emergencia, se podría realizar el traslado mediante el procedimiento de HSE, previa autorización y coordinación entre Ecopetrol S.A., y el contratista. Se deberá evitar el sobrevuelo por comunidades. En caso necesario, se tendrá en cuenta además una distancia horizontal mínima de 1 Km y una altitud de 1.000 pies (300 m) como mínimo.

### 2.3.3 Abandono y restauración final

Las actividades de abandono y restauración final posterior a la perforación de pozos, se llevará a cabo en el momento que se determine el completamiento, suspensión o abandono de cada pozo.

#### 2.3.3.1 Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipo

Dicha actividad se realizará de manera progresiva e incluirá el retiro de toda la infraestructura de perforación o cualquier vestigio o desecho de la misma. Se iniciará con el desarme y retiro de los equipos y tuberías de perforación, equipos auxiliares, bodegas, campamento, oficinas y talleres, líneas eléctricas y telefónicas.

Se seguirá con el lavado de zonas duras, principalmente donde se hayan localizado el taladro, efectuando finalmente la reconformación ambiental y paisajística de cada localización o área intervenida dentro del campo. Los residuos de lavado se conducirán al tanque de tratamiento de aguas industriales, antes que éstos se retiren.

Se realizará la recuperación de zonas afectadas con derrames de aceite o lodo, mediante el raspado de residuos y el remplazo con material limpio; los residuos serán llevados a cualquiera de las áreas de biorremediación planteadas para el campo o entregados a una compañía que se encargue de su tratamiento y disposición y cuente con los permisos correspondientes para tal fin.

Las zonas utilizadas para recibir los cortes de perforación de los pozos serán clausuradas en la medida que completen su capacidad y que las condiciones ambientales lo permitan, previa verificación de parámetros. Las actividades de desmantelamiento y restauración específicas a cada pozo exploratorio se ejecutarán como parte de las medidas de manejo ambiental consignadas en el respectivo Plan de Manejo Ambiental.

Las actividades contempladas dentro del Plan de Abandono y restauración final del **APE BERILO LLA-38**, se presentan en el Capítulo 10 del presente estudio. A continuación se resumen algunas de estas acciones:

#### 2.3.3.1.1 Disposición de lodos y cortes de perforación

Los lodos y cortes de perforación (base agua) se dispondrán en el área de tratamiento para su respectivo manejo. Los cortes una vez tratados serán utilizados para el sellamiento de las piscinas y/o utilizados como material de abono en las revegetalizaciones que se programen. En caso de requerirse, se aplicaran fertilizantes para dar al suelo las condiciones óptimas para su regeneración.

### 2.3.3.1.2 Disposición, procedimientos, materiales e insumos requeridos para la clausura de las piscinas

La clausura de piscinas se efectuara una vez se les realice una caracterización fisicoquímica a los cortes de perforación para asegurar que no contenga compuestos que al lixiviar puedan afectar la salud humana y un tratamiento a las aguas, para su posterior vertimiento del líquido.

Al contenido del líquido dispuesto en el sistema de piscinas se le realizara su respectivo manejo y tratamiento con el fin de que cumpla con los criterios de vertimiento establecidos en la normatividad vigente; este vertimiento se efectuara ya sea por riego o descarga directa al suelo. El tratamiento de este líquido se podrá realizar de una forma convencional, el cual consiste en la aplicación de un coagulante y floculante con el fin de sedimentar las partículas y lograr una clarificación del agua.

Este procedimiento remueve del agua los principales contaminantes y permite que se cumplan los criterios establecidos para el vertimiento. Para el sellamiento de las piscinas se requerirá material de relleno, el cual corresponderá al sobrante de la adecuación de la localización, de los diques de las mismas y de la construcción del corredor de acceso (en caso de ser necesario); la parte superior del suelo se abonara con el fin de facilitar los programas de revegetalización y restauración del área intervenida.

### 2.3.3.1.3 Criterios, procedimientos de manejo, abandono y recuperación

#### ➤ Pozos

La **Tabla 2-99**, resume los procedimientos a seguir dependiendo del nivel productivo que obtenga cada pozo.

**Tabla 2-99 Criterios de desmantelamiento para pozos**

POZO PRODUCTOR	POZO SECO
<p>Una vez finalizada la operación de perforación, completamiento y pruebas cortas de producción así como la confirmación de un pozo como productor, las actividades de desmantelamiento son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ring down y desmovilización de los equipos de perforación y workover.</li> <li>- Limpieza general de todas las áreas internas de la localización.</li> <li>- Recuperación de las áreas utilizadas para la ubicación de equipos de perforación y workover.</li> <li>- Limpieza, remoción y disposición final de escombros y residuos de acuerdo a los lineamientos establecidos.</li> <li>- Instalación de la malla para el contra pozo.</li> </ul> <p>La plataforma con la infraestructura necesaria para la separación y manejo de fluidos se dejará con el área suficiente para instalar un equipo de workover en caso de requerirse algún servicio.</p>	<p>Con el fin de cumplir, lo dispuesto en el Título III (Capítulo III: <i>Taponamiento y abandono de pozos</i>), del Decreto 181495 de 2009 del Ministerio de Minas y Energía, ECOPETROL solicitará el permiso correspondiente a este mismo ministerio, por medio de la Forma 6CR: <i>Informe de terminación oficial</i>.</p> <p>Posteriormente, las actividades a realizar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sellamiento del pozo por medio de tapones en caso de abandono por baja o ninguna producción de hidrocarburos o problemas mecánicos, de acuerdo a los requerimientos del Ministerio de Minas y Energía.</li> <li>- Colocación de la respectiva placa de abandono al pozo, la cual contará con los siguientes datos: coordenadas del pozo, elevación, compañía operadora, fecha de iniciación y de finalización de la perforación y profundidad perforada.</li> <li>- Retiro de todos los equipos de perforación, campamento y demás facilidades de apoyo.</li> <li>- Remoción de estructuras y áreas duras.</li> <li>- Recolección de todos los residuos sólidos tales como partes metálicas, empaques, plásticos, papeles, vidrios, cartón, recortes de tubería, protectores de tubos, entre otros, con el fin de obtener el área limpia.</li> <li>- Reconformación del terreno mediante la utilización del material de remoción de cobertura vegetal, que haya sido dispuesto temporalmente en la zona de la plataforma destinada para tal fin, en caso tal que la plataforma no sea requerida para trabajos posteriores.</li> </ul>

Fuente: Equipo de Trabajo Antea Group, 2013

#### 2.3.3.1.4 Desmantelamiento de instalaciones y limpieza final de áreas

- El Plan de desmantelamiento en donde se tiene en cuenta el almacenamiento temporal de materiales, descontaminación, segregación de residuos, transporte de materiales y destino final, se presenta en el **Capítulo 10. Plan de abandono y restauración final.**
- Se realizará desmantelamiento de todas las instalaciones, para lo cual se tendrá en cuenta los acuerdos con la comunidad y las autoridades ambientales.
- Se realizará el retiro de todos los materiales ajenos a las áreas ocupadas (facilidades, vías, localizaciones, entre otras).
- Se dejará registro fotográfico de todas las actividades ejecutadas.
- Como actividades de desmantelamiento se realizarán:
  - Retiro y disposición de residuos líquidos y sólidos.
  - Desmonte y retiro de equipos, equipos auxiliares, equipos de control, tuberías, tanques.
  - Demolición de estructura en concreto (ejemplo trampa de grasas).

En las actividades de limpieza de áreas se realizará inspección final para detectar los efectos producidos por el proyecto de perforación exploratoria, así como la efectividad de las medidas de mitigación ejecutadas durante el mismo.

#### 2.3.3.2 Limpieza del Área

El abandono del área implica el desmantelamiento de la torre de perforación y de todos los equipos empleados durante la operación, el desarme de campamentos, el sellamiento de las piscinas y demás infraestructura construida. Dicha actividad, se realizará de tal manera que no genere problemas de erosión in-situ. Se cerrará cualquier piscina utilizada para el almacenamiento de lodos y cortes de perforación.

Se retirarán de la plataforma, equipos restantes o basura que pueda estar presente. Se removerán también cercas y campamentos si existen. Para las áreas de plataforma y vías cuyo material no vaya a ser reutilizado, se procederá a la siembra de árboles o a la inducción de la revegetalización natural.

Se revisarán los drenajes y se asegurará que no estén taponados. En las zonas donde se hayan colocado alcantarillas se evaluará la opción de retirarlas dejando un canal abierto en el lugar donde estas se encontraban. La piscina cubierta deberá ser capaz de soportar el peso de personas y animales, o de vehículos que pudieran transitar por esa zona.

Es práctica de la empresa, el tratar las piscinas de lodos una vez se concluye la perforación de un pozo. Una vez la piscina ha sido tratada, el agua puede ser reutilizada. El manejo de las aguas presentes en las piscinas de los pozos deberá cumplir los requerimientos del decreto 1594 de 1984. Los parámetros que deben seguir se presentan dentro del Plan de Manejo Ambiental.

El agua podrá ser reutilizada para actividades de riego en la plataforma o vías aledañas. También podrá utilizarse para riego en zonas de reforestación. Una vez la piscina se encuentre sin agua, se procederá al proceso de cierre, cumpliendo previamente los siguientes lineamientos básicos:

- Para el cierre de las piscinas deberá haberse efectuado un análisis de los lodos existentes en la piscina y cumplir con los criterios de la Norma Louisiana 29B (se presentan en el Plan de Manejo Ambiental).

- Si el análisis demuestra el cumplimiento con los parámetros mencionados anteriormente, la piscina podrá cerrarse. Si algún parámetro está por encima de los límites de estos parámetros, será necesario adelantar procedimientos especiales tales como mezcla/dispersión/solidificación/encapsulamiento u otros para asegurar un cierre adecuado.
- El cierre se efectuara con el material disponible en la localización. Las áreas de piscinas que contuviesen lodos se mezclarán con el material de cierre y se cubrirán como mínimo con una capa de 10 cm de espesor de material de cierre.

De acuerdo con la metodología RBCA y Norma Louisiana 29 B se permite el cierre pasivo en algunos casos, es decir que no todas las piscinas serán clausuradas, ya que algunas de éstas (por su localización estratégica y geográfica) pueden ser utilizadas como reservorios de agua en tiempo seco para las diferentes especies faunísticas que habitan en la zona, previo manejo y tratamiento en cumplimiento de la normatividad vigente y se verifique que no ocasionar a daño alguno para ninguna de las especies que eventualmente harán uso de ésta.

### 2.3.3.3 Reconformación del terreno

La reconformación morfológica y reintegración de las áreas al entorno paisajístico se realizará de acuerdo con las características del paisaje adyacente a las zonas intervenidas y tanto en la revegetalización como en la reconformación del terreno se usarán al máximo los materiales vegetales y térreos provenientes de las adecuaciones, lo anterior teniendo en cuenta que los materiales utilizados para la recuperación de suelos deben considerar lo estipulado en la resolución 1083 del 4 de octubre de 1996, emitida por el ministerio de medio ambiente, la cual ordena el uso de fibras naturales en obras, proyectos o actividades objeto de licencia ambiental.

Se procurará mantener el funcionamiento normal de las escorrentías, de manera que se garantice la conducción de aguas lluvias hacia los drenajes naturales. En caso de ser requerido, se construirán obras geotécnicas e hidráulicas para el control de procesos erosivos. Una vez concluidas las actividades de recuperación morfológica, se iniciarán las actividades de revegetalización con el fin de garantizar la estabilidad del terreno y evitar la activación de procesos erosivos como el viento, la lluvia y la pendiente. Igualmente se podrán aislar las áreas reconformadas para facilitar la regeneración natural. Esta actividad se llevará a cabo además en sitios desprovistos de cobertura vegetal que lo requieran, y que no hayan sido objeto de reconformación morfológica; para esto, se diseñará un plan de revegetalización donde se establezcan las áreas a revegetalizar, el establecimiento de una capa de suelo adecuado para el desarrollo de la cobertura vegetal, las especies a establecer y sus características, el método de siembra, la densidad de siembra y los requerimientos de mantenimiento, entre otros aspectos.

#### 2.3.3.3.1 Limpieza final de las áreas ocupadas

El abandono de las áreas ocupadas verifica si existen focos de erosión que se evidencien para lo cual se podrán corregir por medio de revegetalización, una vez se realice el inventario de todas las áreas que incluyen igualmente taludes y zonas de erosión superficial.

Los residuos generados como resultado de las actividades desarrolladas en estas zonas, así como el manejo de residuos provenientes de sustancias empleadas para el abandono y restauración de las áreas intervenidas (productos químicos vencidos o deteriorados), serán retirados, tratados y dispuestos de acuerdo a lo previsto en el Plan de Manejo Ambiental. La restauración final estará precedida de las siguientes actividades:

### ➤ Integración de áreas al paisaje y recuperación de cobertura vegetal

Una vez se hayan adecuado las áreas afectadas, se procederá a efectuar la revegetalización de acuerdo con las medidas planteadas en los programas de revegetalización y manejo paisajístico, teniendo en cuenta las alternativas propuestas y las especies recomendadas. Estas medidas de manejo están referenciadas y descritas en el capítulo 7 en la ficha 7.3.3.1.3 Manejo paisajístico y en la ficha 7.3.3.4.1 Recuperación del suelo.

#### 2.3.3.4 Recuperación Ambiental

Previo a la decisión del abandono total en las áreas se realizará un inventario global que incluya:

- Identificación de áreas que contengan estructuras en concreto, campamentos, estructuras metálicas, entre otras.
- En las áreas de plataforma se identificarán los cabezales de los pozos, taponamiento y clausura de pozos, áreas de generación de energía y estado final de los pozos.
- Obras ambientales: piscinas con residuos, eliminación de residuos superficiales, suelos contaminados, reacondicionamiento de patrones de drenaje, control de escorrentía, recuperación geomorfológica de áreas.
- Obras complementarias: líneas de flujo retiro de tuberías, destrucción o entrega a la comunidad de vías.

Adicionalmente, las acciones de restauración de áreas contemplan:

- Diagnóstico del estado de recursos naturales y definición de la tecnología de descontaminación en el caso que se presente afectación.
- Mantenimiento de obras de estabilización.
- Integración de áreas al paisaje a través de revegetalización y recuperación de cobertura vegetal en zonas como piscinas, zonas de préstamo, entre otros.
- Descontaminación y tratamiento de los residuos de proceso.
- Recuperación morfológica y distribución de capa orgánica del área.
- Revegetalización mediante la adecuación de áreas afectadas, selección de especies arbustivas y/o gramíneas, obtención del material vegetal, trazado y ahoyado, plantación y fertilización.

#### 2.3.3.5 Cierre de compromisos sociales en el área

La estrategia definida de comunicación con cada uno de los diferentes actores sociales identificados en el área, durante la etapa de abandono y restauración final se implementará de acuerdo a los siguientes principios:

- Abierta comunicación por parte de Gestión Social sobre cada uno de los aspectos relacionados con el cierre del proyecto, para ello y de acuerdo a la experiencia adquirida durante los diferentes procesos de comunicación a lo largo del proyecto, se establecerán espacios de encuentro e información sobre los diferentes aspectos concernientes a esta etapa.
- Gestión Social apoyada en los presidentes de Junta de Acción Comunal de las veredas incluidas dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, verificarán los compromisos adquiridos y previamente socializados, esta tarea se realizará a través de la revisión

- 
- documental de actas de reunión y registros de cada una de las reuniones de información y capacitación adelantadas.
- Se realizará una detallada verificación del procedimiento y cierre de las inquietudes, solicitudes o reclamos presentados por los miembros de las comunidades asentadas en el área, este paso es fundamental dentro del objetivo de cierre de pasivos sociales.
  - Adelantar el cierre del proyecto de capacitación y educación a la comunidad aledaña al Proyecto, por medio de la verificación de los compromisos adquiridos con la comunidad y la aplicación de encuestas de satisfacción, donde se haga referencia a la pertinencia de los temas trabajados y apropiación de los mismos.
  - Se adelantarán campañas de recuperación de las áreas intervenidas por el proyecto exploratorio, haciendo énfasis en la importancia y cuidado de las actividades de restauración ambiental, dando a conocer la susceptibilidad de las especies sembradas y el tiempo que requieren para su establecimiento, generando concienciación en la comunidad respecto a los recursos naturales.
  - Se hará el cierre oficial de cada uno de los convenios establecidos con las organizaciones sociales, la administración municipal y las JAC respecto a la contratación de mano de obra y capacitaciones.
  - Para el cierre del proyecto de apoyo a la gestión institucional, se deberá realizar evaluación de las capacitaciones brindadas a los funcionarios municipales, teniendo en cuenta los acuerdos establecidos, haciendo el cierre de los mismos.