



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37



CONTENIDO

2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
2.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	1
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	6
2.2.1	Relación de duración del proyecto, etapas, actividades, cronograma de actividades, costo total del proyecto y estructura organizacional del proyecto. ...	15
2.2.1.1	Etapas del proyecto y cronograma de actividades.....	15
2.2.1.2	Costos del proyecto.....	27
2.2.1.3	Organización del proyecto.....	27
2.2.2	Infraestructura existente	36
2.2.2.1	Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y clasificación.....	36
2.2.2.2	Infraestructura petrolera, de transporte, minera y de energía existente (Tipo, estado y empresa operadora)	86
2.2.2.3	Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC	96
2.2.2.4	Infraestructura de servicios públicos.....	103
2.2.3	Estrategias de desarrollo	104
2.2.3.1	Vías de acceso al área y locaciones	104
2.2.3.2	Plataformas multipozo	146
2.2.3.3	Perforación de pozos.....	173
2.2.3.4	Trabajos en pozo	222
2.2.3.5	Líneas de flujo	241
2.2.3.6	Recepción y transferencia de fluidos de producción con otras áreas de exploración y/o explotación de hidrocarburos.....	289
2.2.3.7	Facilidades de producción.....	290
2.2.3.8	Tecnología Gas to Liquids-GLT.....	334
2.2.3.9	Reinyección y/o inyección	345
2.2.3.10	Sistemas de generación y distribución de energía eléctrica	348
2.2.3.11	Zonas de Disposición de Material Estéril – ZODME	414
2.2.3.12	Transporte de fluidos por carrotanque	418
2.2.4	Abandono y restauración final	419
2.2.4.1	Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas	419
2.2.4.2	Cierre de piscinas	421
2.2.4.3	Restauración de áreas intervenidas	421
2.2.4.4	Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas por las líneas de flujo	422
2.2.4.5	Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas por las líneas eléctricas aéreas y/o enterradas.....	425
2.2.4.6	Abandono de facilidades de producción	425
2.2.4.7	Limpieza final.....	426
2.2.4.8	Personal estimado	427

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Distribución del Área de Desarrollo VSM-37 en los dos (2) contratos suscritos con la ANH.....	2
Tabla 2-2 Coordenadas de los vértices del Área de Desarrollo VSM-37.....	3
Tabla 2-3 Área de Influencia Socioeconómica del proyecto.....	5
Tabla 2-4 Estrategias de desarrollo para el Área de Desarrollo VSM-37.....	7
Tabla 2-5. Autorizaciones para actividades transversales objeto de evaluación y autorización para el Área de Desarrollo VSM-37.....	12
Tabla 2-6. Uso y aprovechamiento de recursos para el Área de Desarrollo para el Área de Desarrollo VSM-37.....	13
Tabla 2-7. Etapas, subetapas y actividades para el Área de Desarrollo VSM-37.....	16
Tabla 2-8 Cronograma para las actividades a realizar en el Área de Desarrollo VSM-37....	21
Tabla 2-9 Clasificación de vías según su funcionalidad – INVIAS.....	38
Tabla 2-10 Clasificación de vías según el modelo GEODATABASE – IGAC.....	38
Tabla 2-11. Vías de movilidad Área de desarrollo VSM 37.....	39
Tabla 2-12. Localización de los puntos de aforo.....	63
Tabla 2-13. Clasificación de vehículos.....	64
Tabla 2-14. Nomenclatura de los movimientos vehiculares.....	66
Tabla 2-15 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2(Día Hábil).....	67
Tabla 2-16 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día No Hábil).....	69
Tabla 2-17 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.....	70
Tabla 2-18 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V1 (Día Hábil).....	71
Tabla 2-19 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V1 (Día No Hábil).....	73
Tabla 2-20 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V1.....	74
Tabla 2-21 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día Hábil).....	75
Tabla 2-22 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día No Hábil).....	77
Tabla 2-23 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.....	78
Tabla 2-24 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día Hábil).....	79
Tabla 2-25 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil).....	80
Tabla 2-26 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.2.....	82
Tabla 2-27 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día Hábil).....	83
Tabla 2-28 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil).....	84
Tabla 2-29 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.2.....	86
Tabla 2-30 Proyectos licenciados en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM-37	86
Tabla 2-31 Mapa de tierras ANH – Área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Desarrollo VSM37.....	92
Tabla 2-32 Títulos Mineros vigentes ANM – área de influencia y área de intervención para el proyecto Área de Desarrollo VSM37.....	94
Tabla 2-33 Descripción general de las líneas de flujo y proyectos de infraestructura licenciados traslapados.....	99
Tabla 2-34 Descripción general de las áreas proyectos licenciados traslapados.....	101
Tabla 2-35 Vías para adecuación.....	105
Tabla 2-36 Métodos constructivos para adecuación de vías.....	109
Tabla 2-37 Actividades técnicas a tener en cuenta para mantenimiento de vías existentes.....	114
Tabla 2-38 Senderos y/o caminos propuestos para construcción.....	117
Tabla 2-39 Especificaciones técnicas de las vías a construir y/o adecuar.....	121

Tabla 2-40 Especificaciones técnicas estimadas para extracción de material de préstamo lateral para vías de acceso.....	125
Tabla 2-41. Volumen estimado de cortes y rellenos,.....	143
Tabla 2-42. Emisiones de ruido en la construcción de una vía.....	143
Tabla 2-43 Estimativo de maquinaria requerida para mantenimiento y/o adecuación vías de acceso.....	144
Tabla 2-44 Maquinaria estimada requerida para construcción de vías.....	144
Tabla 2-45 Personal estimado requerido para construcción de vías,.....	145
Tabla 2-46 Personal estimado requerido para mantenimiento y adecuación de vías.....	146
Tabla 2-47 Distribución de áreas estimada para una plataforma multipozo de cinco (5) ha,	146
Tabla 2-48 Especificaciones Técnicas para Plataformas.....	147
Tabla 2-49 Especificaciones técnicas estimadas para extracción de material de préstamo lateral plataformas y facilidades	148
Tabla 2-50 Volumen estimado de cortes y rellenos.....	169
Tabla 2-51 Fuentes de emisiones de partículas y gases contempladas para el proyecto, 169	
Tabla 2-52 Fuentes de emisión de ruido contempladas para el proyecto.....	171
Tabla 2-53 Maquinaria y equipos estimados para la construcción de una Plataforma multipozo.....	172
Tabla 2-54 Personal estimado a emplear para la construcción de una Plataforma multipozo.	172
Tabla 2-55 Resumen de las características generales de la perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37	174
Tabla 2-56 Maquinaria requerida en la etapa de perforación	177
Tabla 2-57 Especificaciones técnicas del equipo de perforación tipo	178
Tabla 2-58 Equipos permanentes y temporales para la perforación de los pozos	179
Tabla 2-59 Sistema de Potencia y levantamiento	182
Tabla 2-60 Sistema de Rotación y control de pozo.....	184
Tabla 2-61 Sistema de circulación	186
Tabla 2-62 Sistema de control de sólidos.....	189
Tabla 2-63 Equipos y funciones del Sistema Dewatering.....	191
Tabla 2-64 Materiales necesarios para la perforación de los pozos	205
Tabla 2-65 Tipos de Fluido Base (Diesel /Aceite Sintético).....	206
Tabla 2-66 Lineamientos generales para el manejo de los fluidos de los lodos Base Aceite y o de Base Sintética	207
Tabla 2-67 Composición típica de los lodos de perforación	207
Tabla 2-68 Código de colores para la clasificación de residuos solidos.....	213
Tabla 2-69 Manejo de Residuos sólidos domésticos e industriales	213
Tabla 2-70 Personal estimado requerido para la etapa de perforación	214
Tabla 2-71 Equipos y materiales de completamiento de los pozos.....	222
Tabla 2-72 Materiales e insumos usados en los trabajos de pozo	227
Tabla 2-73 Variables a monitorear en la automatización de pozos de acuerdo con el sistema de levantamiento	229
Tabla 2-74 Mecanismos de recuperación primaria	230
Tabla 2-75 Métodos de recuperación secundaria.....	237
Tabla 2-76. Surfactantes.....	239
Tabla 2-77. Polímeros	240
Tabla 2-78. Alcalinos.....	240
Tabla 2-79 Ocupaciones de cauce solicitadas.....	243
Tabla 2-80 Especificaciones Técnicas de Líneas de Flujo.....	255

Tabla 2-81 Proceso constructivo de la Perforación Dirigida PHD	262
Tabla 2-82 Equipos, maquinaria e infraestructura requerida para PHD	264
Tabla 2-83 Volumen de agua estimado para pruebas hidrostáticas.....	283
Tabla 2-84 Equipos, insumos y materiales para la prueba hidrostática.....	286
Tabla 2-85 Estimativo de personal para la construcción de líneas de flujo	288
Tabla 2-86 Estimativo de maquinaria y equipos para la construcción de líneas de flujo ...	288
Tabla 2-87 Distribución estimada de áreas estimada para plataforma multipozo (5 ha) con facilidades tempranas de producción	293
Tabla 2-88 Distribución de áreas estimada de plataforma nueva de 7 ha para facilidades centrales de producción	294
Tabla 2-89 Distribución de áreas estimada en plataforma ampliada a 7 ha para facilidades centrales de producción	296
Tabla 2-90 Infraestructura y/o equipos de cada una de las Facilidades Tempranas de Producción.....	310
Tabla 2-91 Infraestructura y/o equipos de la Facilidades Centrales de Producción.....	312
Tabla 2-92 Infraestructura y/o equipos para el tratamiento de Gas	315
Tabla 2-93 Volúmenes estimados de movimiento de tierras para la construcción de facilidades de producción en el Área de Desarrollo VSM-37.....	325
Tabla 2-94 Maquinaria y equipos típicos para la construcción de las facilidades de producción	325
Tabla 2-95 Mano de obra estimada para la construcción de las de las facilidades de producción	326
Tabla 2-96 Personal estimado requerido durante la operación de las de las facilidades de producción	327
Tabla 2-97 Insumos para el mantenimiento y operación de las facilidades de producción	331
Tabla 2-98, Factores de diversidad según la Power Distribution Standard Hand Book	332
Tabla 2-99, Demanda total de energía estimada para el Área de Desarrollo VSM-37	333
Tabla 2-100, Productos Fischer Tropsch y su Mercado.....	343
Tabla 2-101, Comparación de las Propiedades del Diesel GTL y el Convencional.....	344
Tabla 2-102 Solicitudes específicas para las actividades de Inyección-Reinyección.....	345
Tabla 2-103. Solicitud de disposal-inyección.....	346
Tabla 2-104. Solicitud de Recobro secundario-reinyección.....	347
Tabla 2-105. Solicitud de Recuperación terciaria - EOR	347
Tabla 2-106. Solicitud de vertimiento mediante inyección para gas-recobro	348
Tabla 2-107 Parámetros electromecánicos.....	350
Tabla 2-108 Areas de distribución, transformadores y paneles solares de la granja solar fotovoltaica	352
Tabla 2-109. Equipos y/o componentes de la Granja solar fotovoltaica	353
Tabla 2-110 Características técnicas del módulo fotovoltaico	354
Tabla 2-111, Especificaciones técnicas de los conectores.	355
Tabla 2-112, Especificaciones técnicas de la estructura.....	356
Tabla 2-113, Especificaciones técnicas de las cajas combinadoras,.....	357
Tabla 2-114. Especificaciones técnicas de los inversores	358
Tabla 2-115, Especificaciones técnicas de las estaciones transformadoras,	359
Tabla 2-116, Especificaciones técnicas de la subestación,	360
Tabla 2-117, Requisitos de protecciones para plantas de generación basadas en inversores,	360
Tabla 2-118 Equipos de la unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción	376

Tabla 2-119, Longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar	379
Tabla 2-120 Especificaciones técnicas líneas eléctricas	381
Tabla 2-121. Distancias de seguridad en instalaciones eléctricas	382
Tabla 2-122 Dimensiones del ducto recomendados según el nivel de tensión	386
Tabla 2-123 Profundidades mínimas de enterramiento de las redes eléctricas.....	387
Tabla 2-124 Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.....	389
Tabla 2-125 Elementos y materiales de un pórtico de salida.....	390
Tabla 2-126 Elementos y materiales de un pórtico de entrada.....	391
Tabla 2-127 Calibres recomendados para cables desnudos	396
Tabla 2-128 Distancias de seguridad para instalación de equipos eléctricos	409
Tabla 2-129 Volúmenes estimados de movimiento de tierras para la construcción de una granja solar fotovoltaica.	412
Tabla 2-130, Maquinaria que se utilizará durante la construcción	413
Tabla 2-131 Requerimiento aproximado de mano de obra para líneas y subestación eléctrica	413
Tabla 2-132. Especificaciones técnicas para construcción de ZODME	415
Tabla 2-133. Capacidad estimada de cada ZODME.....	416
Tabla 2-134 Estimativo de maquinaria y equipos requeridos.....	419
Tabla 2-135 Actividades para el desmantelamiento para tubería superficial	422
Tabla 2-136 Actividades para el desmantelamiento para tubería enterrada	424
Tabla 2-137, Personal estimado para la etapa de abandono y recuperación ambiental	427

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Localización general del proyecto	2
Figura 2-2 Ubicación del Área de Desarrollo VSM-37 respecto a los dos contratos suscritos con ANH.....	3
Figura 2-3 Vértices del Área de Desarrollo VSM-37.....	4
Figura 2-4 Área de Influencia Socioeconómica.....	6
Figura 2-5 Estructura Organizacional de Parex para el Área de Desarrollo VSM37	29
Figura 2-6 Organigrama general viabilidad y seguimiento ambiental.	30
Figura 2-7. Vías de movilidad interna Área de Desarrollo VSM 37.....	37
Figura 2-8. Localización de puntos de aforo.....	63
Figura 2-9. Formato de campo volúmenes vehiculares.	65
Figura 2-10. Movimientos aforados.....	66
Figura 2-11. Localización Vía de acceso V2 Punto de Aforo 1.....	67
Figura 2-12. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día Hábil).....	68
Figura 2-13. Distribución horaria de la vía de acceso V2 (Día Hábil).....	68
Figura 2-14. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día No Hábil).....	69
Figura 2-15. Distribución horaria de la vía de acceso V2 (Día No Hábil).....	70
Figura 2-16. Localización Vía de Acceso V1 Punto de Aforo 2	71
Figura 2-17. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V1 (Día Hábil).....	72
Figura 2-18. Distribución horaria de la vía V1 (Día Hábil).....	72
Figura 2-19. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V1 (Día No Hábil).....	73
Figura 2-20. Distribución horaria de la vía de acceso V1 (Día No Hábil).....	74
Figura 2-21. Localización Vía de acceso V2 Punto de Aforo 3.....	75
Figura 2-22. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día Hábil).....	76

Figura 2-23. Distribución horaria de la vía de acceso V2(Día Hábil).....	76
Figura 2-24. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2(Día No Hábil).....	77
Figura 2-25. Distribución horaria de la vía de acceso V2(Día No Hábil).....	78
Figura 2-26. Localización Vía de acceso V2.2 Punto de Aforo 4.....	79
Figura 2-27. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).....	80
Figura 2-28. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).....	80
Figura 2-29. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).	81
Figura 2-30. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).....	81
Figura 2-31. Localización Vía de acceso V2.2 Punto de Aforo 5.....	82
Figura 2-32. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).....	83
Figura 2-33. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).....	84
Figura 2-34. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).	85
Figura 2-35. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).....	85
figura 2-36 Proyectos competencia de la ANLA del sector de hidrocarburos.....	89
figura 2-37 Proyectos competencia de la ANLA del sector de Infraestructura y Energía	89
figura 2-38 Proyectos licenciados en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM37.	90
figura 2-39 Mapa de tierras ANH – Área de influencia del Área de Desarrollo VSM37	91
figura 2-40 Área de Influencia y Área de intervención traslapada con proyectos mineros licenciados según información de la ANM	93
figura 2-41 Área de influencia del Área de Desarrollo VSM37 traslapadas con proyectos licenciados según los shapes del catálogo de mapas del SIAC	97
figura 2-42 Área de Desarrollo VSM37 traslapadas con proyectos licenciados según los shapes del catálogo de mapas del SIAC.....	98
Figura 2-43. Línea de Interconexión Eléctrica Betania-Mirolindo	103
Figura 2-44. Distribución tipo del derecho de vía para vías.....	123
Figura 2-45. Sección transversal de vía a construir.	123
Figura 2-46. Muro en gaviones de piedra.....	130
Figura 2-47. Muro de contención.....	130
Figura 2-48. Trinchos laterales tipo	131
Figura 2-49 Quiebrapatas	132
Figura 2-50 Cunetas.....	133
Figura 2-51 Alcantarillas	134
Figura 2-52 Box culvert.....	136
Figura 2-53 Diseño tipo de puentes	138
Figura 2-54 Señales preventivas	139
Figura 2-55 Señales informativas	140
Figura 2-56 Conos	140
Figura 2-57 Paletas de pare y siga.....	140
Figura 2-58 Esquema Típico de Señalización para Mantenimiento de Vía.....	142
Figura 2-59 Diseño tipo de trinchos laterales.....	152
Figura 2-60 Cunetas perimetrales	154
Figura 2-61 Disipador de energía.....	154
Figura 2-62 Desarenador.....	155
Figura 2-63 Contrapozo.....	157
Figura 2-64 Placa de equipos.....	158
Figura 2-65 Cárcamo perimetral.....	159
Figura 2-66 Skimmer.	160
Figura 2-67 Piscinas de lodos y/o almacenamientos	161
Figura 2-68 Detalle hombro de piscinas.....	161
Figura 2-69 Muro de gaviones.....	162

Figura 2-70 Muro de contención.....	163
Figura 2-71 Trinchos.....	164
Figura 2-72 Caja de drenaje.....	167
Figura 2-73 Columna litocronostratigráfica general.....	176
Figura 2-74 Estado mecánico tipo de la perforación de pozo.....	193
Figura 2-75 Estado mecánico tipo de la perforación de pozo inyector y/o reinyector.....	194
Figura 2-76 Esquema tipo del área de almacenamiento de combustibles.	204
Figura 2-77 Esquema tipo de completamiento en hueco desnudo.....	216
Figura 2-78 Esquema tipo de completamiento con revestimiento o tubería ranurada	217
Figura 2-79 Esquema tipo de completamiento hueco abierto empacado con grava	218
Figura 2-80 Esquema tipo de completamiento hueco revestido y cañoneado	219
Figura 2-81 Esquema tipo de completamiento de hueco revestido con empaque de grava	219
Figura 2-82 Esquema tipo del sistema de Bombeo Mecánico	233
Figura 2-83 Esquema tipo del sistema de Bombeo por Cavidades Progresivas	234
Figura 2-84 Esquema tipo del sistema de Bombeo Electrosumergible	235
Figura 2-85 Esquema tipo del sistema de Bombeo Hidráulico.....	236
Figura 2-86 Etapas de la recuperación mejorada de crudo	238
Figura 2-87 Localización de los puntos de Ocupación de cauce.....	254
Figura 2-88 Lanzamiento de lingada en cruce de cuerpo de aguas	257
Figura 2-89 Esquema tipo Marco H.....	257
Figura 2-90 Detalle de derecho de vía de tubería sobre la superficie del terreno.....	258
Figura 2-91 Esquema diseño tipo para cruces aéreos mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero.....	259
Figura 2-92 Cruce tipo de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida.....	260
Figura 2-93 Etapas de instalación de tubería mediante perforación horizontal dirigida....	262
Figura 2-94 Esquema tipo cruce subfluvial en zanja, bajado y tapado, protección del lecho en saco-suelo de fibra natural	265
Figura 2-95 Esquema tipo de cruce subfluvial, en zanja, bajado y tapado. Cruce con cabeceras de drenaje	266
Figura 2-96 Especificaciones generales para zanja en cruce de carreteras secundarias .	268
Figura 2-97 Especificaciones para cruce de vías terciarias.....	269
Figura 2-98 Especificaciones generales para el cruce con ductos existentes,	270
Figura 2-99 Diseño tipo de plataforma multipozo (5 ha) (200 m x 250 m) con Facilidades tempranas de producción.	292
Figura 2-100 Diseño tipo de plataforma nueva (7 ha) para facilidades centrales de producción	294
Figura 2-101 Diseño tipo de plataforma existente ampliada a 7 ha para Facilidades centrales de producción	296
Figura 2-102 Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de gas- -TEG	307
Figura 2-103 Diagrama de flujo tipo de los procesos para las Facilidades de Producción	318
Figura 2-104 Diseño tipo de cuentas perimetrales	320
Figura 2-105 Diseño tipo de disipadores de energía.....	320
Figura 2-106 Diseño tipo de los desarenadores/trampa de grasas	321
Figura 2-107 Sistema de generación distribuida en las facilidades de producción y alimentación de las plataformas multívoco con autogeneración (un generador por plataforma multipozo).....	333
Figura 2-108 Proceso para obtener Combustibles Líquidos a partir de gas Natural.....	335
Figura 2-109. Productos obtenidos a partir del gas de síntesis.....	336
Figura 2-110. Principales Etapas del Proceso Fischer-Tropsch.....	338

Figura 2-111, Esquema de la generación del syngas	339
Figura 2-112, Esquema del Proceso de Lecho Fluidizado (Fluidized Bed Síntesis Gas-FBSG)	340
Figura 2-113. Esquema de la síntesis de Fischer-Tropsch.....	341
Figura 2-114, Unidad de refinación.....	341
Figura 2-115 Vista genérica de la ocupación del terreno de una granja solar	351
Figura 2-116 Diagrama de la granja solar fotovoltaica del proyecto	353
Figura 2-117 Especificaciones técnicas de los paneles solares	354
Figura 2-118 Conectores MC4.....	355
Figura 2-119, Vista de la estructura recomendada.....	356
Figura 2-120, Vista previa de las cajas combinadoras.....	357
Figura 2-121, Inversor tipo.....	358
Figura 2-122, Vista de una estación transformadora	359
Figura 2-123, Vista previa del Switchgear en Media Tensión,	360
Figura 2-124 Diseño tipo de las Estructuras de inversores	364
Figura 2-125 Etapas generales en la explotación de hidrocarburos	371
Figura 2-126. Circuito 1, Unidad de Flujo cerrado.....	373
Figura 2-127. Circuito 2, Unidad de Flujo cerrado.....	373
Figura 2-128 Vista general del equipo de flujo Cerrado.....	373
Figura 2-129 Circuito de Activación e Intermedio.....	374
Figura 2-130 Esquema general Ciclo Rankine Orgánico-Proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción	375
Figura 2-131 Partes de la Unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción	375
Figura 2-132 Unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción.....	376
Figura 2-133 Esquema tipo pórtico de salida.....	391
Figura 2-134 Esquema tipo pórtico de entrada.....	392
Figura 2-135 Esquema tipo de base, foso y trampa de aceite para transformadores sumergidos en aceite.....	392
Figura 2-136 Esquema tipo de transformador con refrigeración de aceite mayor a 2000 kVA	393
Figura 2-137 Distancia entre líneas eléctricas al suelo según la tabla 13,5 RETIE	397
Figura 2-138 Esquema tipo de estructura de paso con ángulo de deflexión 0-5 grados y de hasta 10 grados.....	398
Figura 2-139 Esquema tipo de estructura de suspensión o arranque de circuito con ángulo de deflexión entre 0-45 grados	398
Figura 2-140 Esquema tipo de estructura de terminal	399
Figura 2-141 Esquema tipo de Instalación de espaciadores	400
Figura 2-142 Estructuras de paso sin derivación	401
Figura 2-143 Estructuras de suspensión con derivación.....	401
Figura 2-144 Estructuras de suspensión con ángulo de 35 grados.....	402
Figura 2-145 Diseño tipo de una ZODME.....	416
Figura 2-146 Sección típica para filtro tipo francés en la base de una ZODME.....	417
Figura 2-147 Diseño tipo ZODME – vista perfil	418

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Revegetalización de taludes	129
Fotografía 2-2 Ilustración de muro de contención.....	131
Fotografía 2-3 Superficie modular portátil en polietileno de alta resistencia	153
Fotografía 2-4 Muros en gavión	163
Fotografía 2-5 Dique almacenamiento	166
Fotografía 2-6 Dique pruebas auxiliares.....	166
Fotografía 2-7 Taladro de perforación.....	178
Fotografía 2-8 Diagrama tipo del equipo de perforación	178
Fotografía 2-9 Generador de potencia tipo	183
Fotografía 2-10 Malacate tipo	183
Fotografía 2-11 Sistema de rotación tipo.....	185
Fotografía 2-12 Válvulas preventoras BOP	185
Fotografía 2-13 Bombas de Lodo tipo.....	187
Fotografía 2-14 Unidad de Mud Logging.....	188
Fotografía 2-15 Equipos del sistema de control de sólidos.....	189
Fotografía 2-16 Unidad de Registros Eléctricos	200
Fotografía 2-17 Equipo de workover tipo	227
Fotografía 2-18 Instalación de cintas de señalización líneas eléctricas subterráneas	387
Fotografía 2-19 Cajas de empalme de MT concreto	389
Fotografía 2-20 Fundas aislantes tipo referencia Tyco BCAC-G-CUTOUT-FUSE CUTOUT COVER	404
Fotografía 2-21 Máquina para hincado de la estructura de los paneles,	413

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el licenciamiento del Área de Desarrollo VSM-37 se elaboró según los Términos de Referencia HI-TER-1-03 para proyectos de explotación de hidrocarburos identificados y adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (Actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS) mediante la Resolución 1544 del 06 de agosto de 2010; la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales – MADS, 2018, acogida mediante Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible (MADS). Dichos instrumentos, son una herramienta fundamental para la evaluación, planeación y toma de decisiones sobre la manera más sostenible de llevar a cabo las actividades proyectadas y las medidas de manejo requeridas para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos causados por el desarrollo del campo.

De acuerdo con lo anterior, en el presente capítulo se presenta una descripción detallada de cada una de las actividades, características, técnicas, procedimientos y/o tecnologías a emplear en la ejecución de cada etapa como estrategia de desarrollo.

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Área de Desarrollo VSM-37 se encuentra ubicado en los municipios de Neiva y Tello, del departamento del Huila, tal como se observa en la **Figura 2-1**.

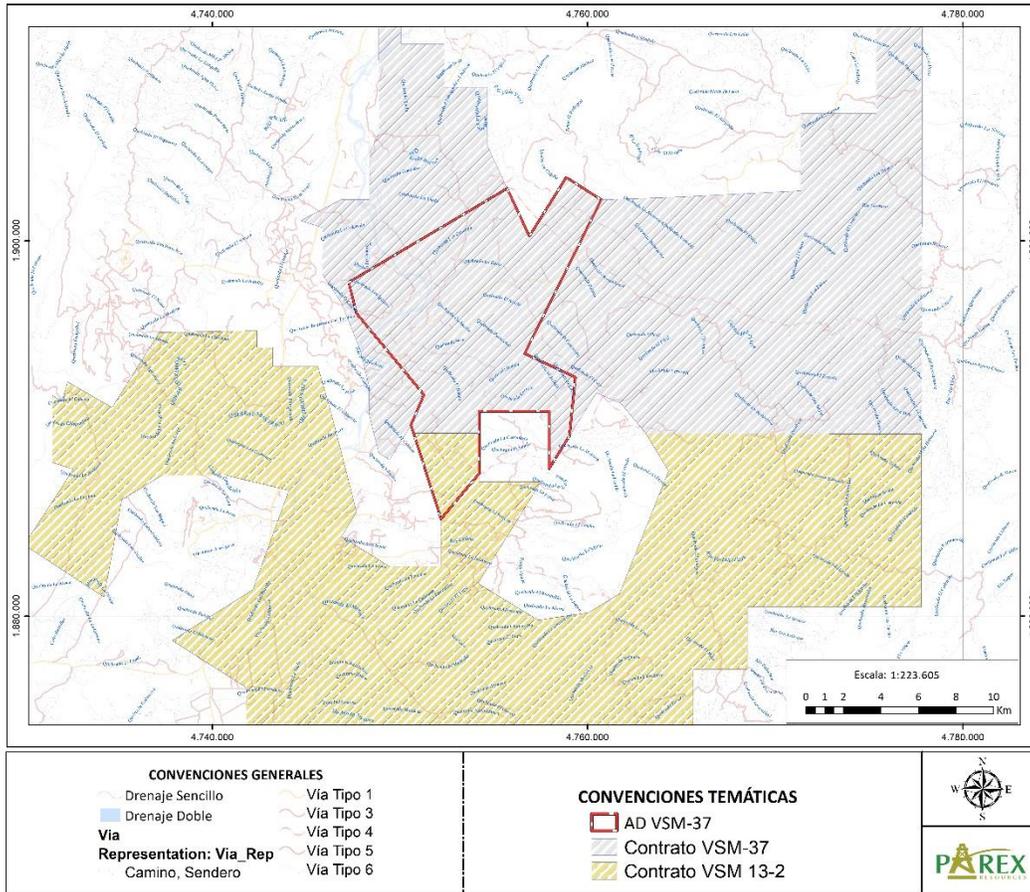


Figura 2-2 Ubicación del Área de Desarrollo VSM-37 respecto a los dos contratos suscritos con ANH

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Esta Área de Desarrollo tiene un área de 11.575,54 ha, contenido en un polígono irregular de 19 vértices delimitados por las coordenadas mostradas en la **Tabla 2-2** y **Figura 2-3**.

Tabla 2-2 Coordenadas de los vértices del Área de Desarrollo VSM-37.

VÉRTICE	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
1	4758854,76	1903390,93
2	4759298,33	1903106,45
3	4760724,71	1902191,67
4	4756637,79	1894002,24
5	4759340,52	1892730,42
6	4759027,43	1889605,50
7	4757946,92	1887867,88
8	4757950,01	1890927,05
9	4754221,46	1890930,73
10	4754220,31	1889758,43
11	4754218,19	1887604,80

VÉRTICE	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
12	4752179,71	1885185,91
13	4750719,13	1889765,56
14	4750585,08	1890185,87
15	4751271,95	1891808,17
16	4747683,70	1896130,65
17	4747264,01	1897789,15
18	4755706,74	1902792,43
19	4756885,13	1900245,93
ÁREA TOTAL	11.575,54 ha	

Fuente: PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL 2023.

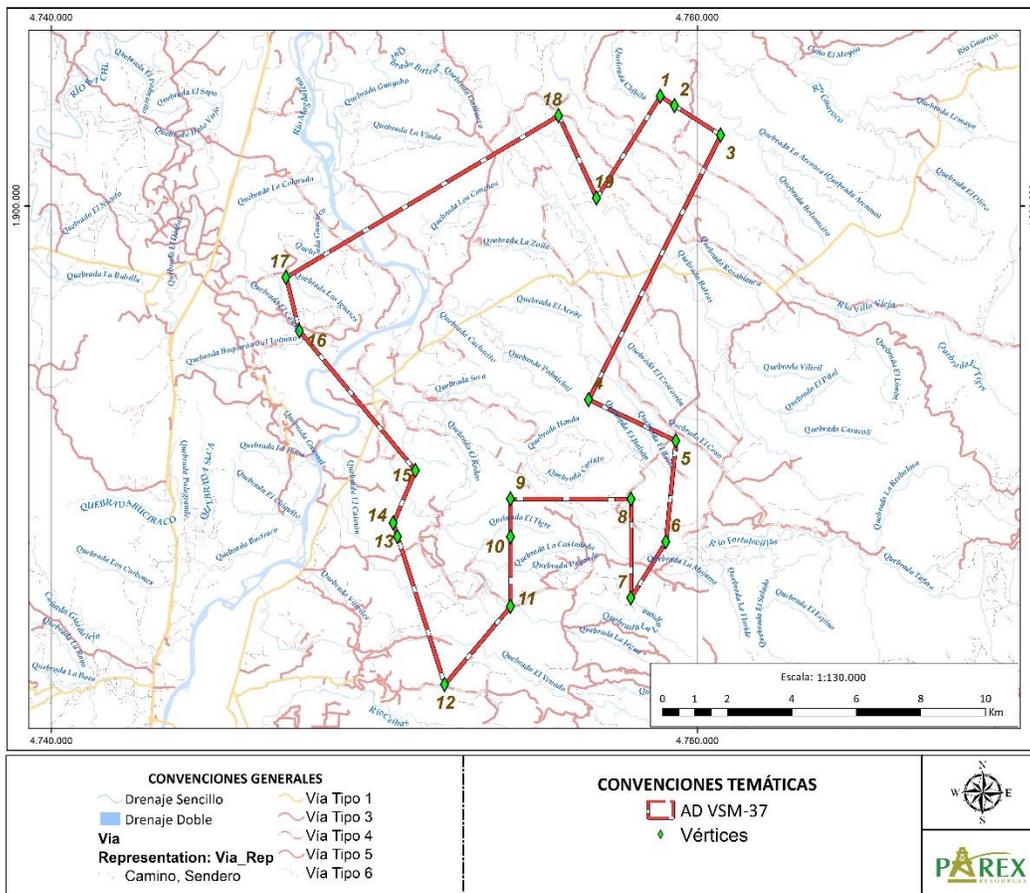


Figura 2-3 Vértices del Área de Desarrollo VSM-37.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Para el presente Estudio de Impacto Ambiental, se tiene como área de influencia socioeconómica cinco (5) municipios y 25 unidades territoriales menores (24 veredas y un centro poblado) del departamento de Neiva, las cuales se especifican en la **Tabla 2-3** y **Figura 2-4**.

Tabla 2-3 Área de Influencia Socioeconómica del proyecto.

ID	MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL	ÁREA DE INTERVENCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA
1	Neiva	Guacirco		X
2		Fortalecillas	X	X
3		Venadito	X	X
4		El Venado		X
		Venado Sector Damasco	X	X
		Venado Sector El Caimán	X	X
5		La Mojarra	X	X
6		La Jagua	X	X
7		La Mata	X	X
8		San Jorge	X	X
9	San Andrés de Busiraco	X	X	
10	Tello	San Isidro Bajo	X	X
11		Sierra de la Cañada		X
12		El Rubí	X	X
13		Mesa del Trapiche	X	X
14		Mesa Redonda	X	X
15		Cucharito	X	X
16		Potreros		X
-	Centro Poblado		X	
17	Villavieja	Hato Nuevo		X
18	Aipe	Cruce de Guacirco		X
19		Dina		X
20		Dindal		X
21	Baraya	La Espinalosa		X

Fuente: PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL 2023.

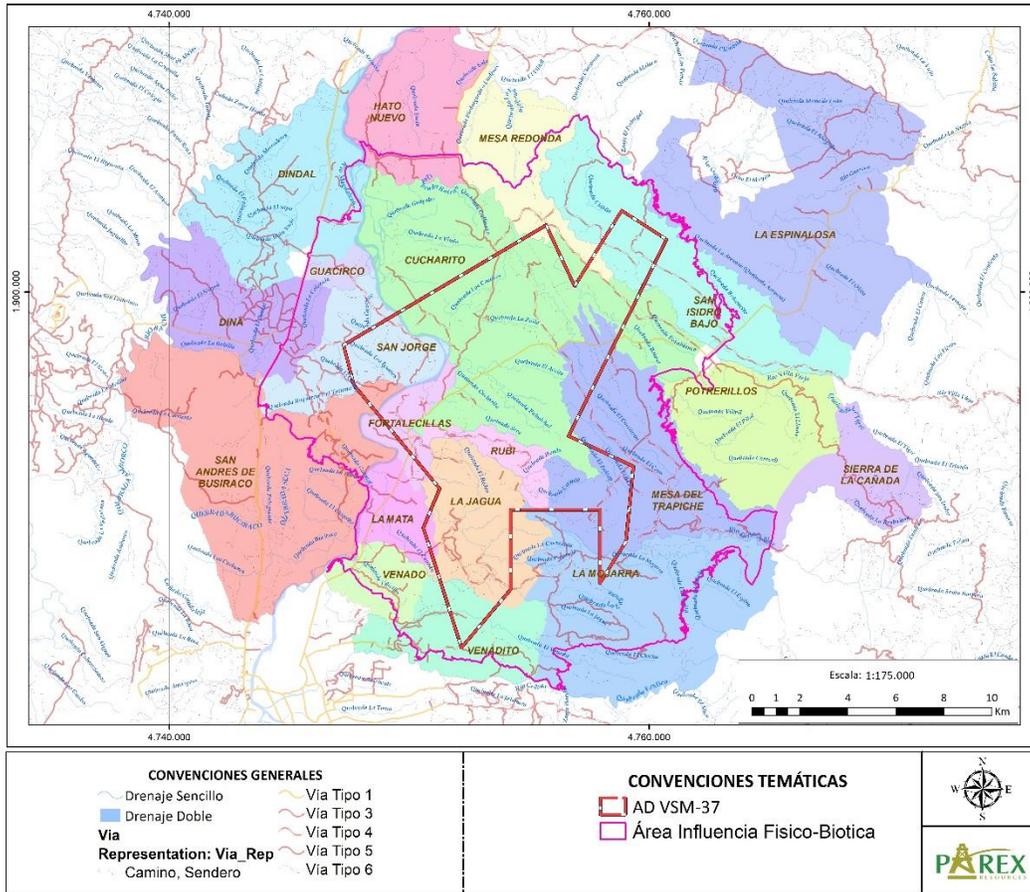


Figura 2-4 Área de Influencia Socioeconómica.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

➤ Aspectos técnicos del proyecto

En la **Tabla 2-4** se describen las estrategias de desarrollo solicitadas y que son necesarias para ejecutar las actividades de explotación de hidrocarburos convencionales en el "Área de Desarrollo VSM-37", mediante la construcción y operación de infraestructura proyectada.

Tabla 2-4 Estrategias de desarrollo para el Área de Desarrollo VSM-37

ID	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE DESARROLLO	SOLICITUD
1	Área para licenciar	Área de Desarrollo VSM-37	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita Licencia Ambiental Global para el Área de Desarrollo VSM-37 con un área de 11575,54 hectáreas para realizar actividades de Explotación de Hidrocarburos Convencionales.
2	Vías	Adecuación de vías	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita adecuación hasta de 97,04 km (97.042,70 m) de vías para el acceso al proyecto.
3		Construcción de nuevas vías	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita construcción de vías nuevas con un total máximo de 200 km para todo el proyecto; cada una de las vías tendrá una longitud de hasta 15 km, las cuales se construirán a partir de las vías existentes hacia las plataformas, facilidades de producción, ZODMEs centralizados y demás infraestructura que lo requiera.
4		Mantenimiento de vías	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita la actividad de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías existentes y/o a construir, que sean objeto del uso por el proyecto.
5	Plataformas multipozo	Construcción y/o adecuación de plataformas multipozo	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de hasta 15 plataformas multipozo, cada una con un área de hasta 5,0 ha, en las que se incluyen 1,0 ha para ZODME y 1,0 ha para zona de préstamo.
6	Facilidades de producción	Construcción de Facilidades de Producción	<p>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de tres (3) Facilidades Centrales Producción - FCP con un área máxima de 7 ha cada una, las cuales se podrán considerar mediante las siguientes alternativas:</p> <p>Facilidades Centrales de Producción</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alternativa 1: Construcción de hasta tres (3) FCP de máximo 7 ha cada una. ✓ Alternativa 2: Ampliación de tres (3) plataformas multipozo pasando de 5 ha hasta máximo 7 ha. <p>Facilidades Tempranas de Producción.</p>

ID	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE DESARROLLO	SOLICITUD
			Se solicita construcción de hasta quince (15) Facilidades Tempranas de Producción – FTP, las cuales estarán contempladas dentro de las 15 plataformas multipozo solicitadas.
7	Perforación y completamiento	Perforación de pozos	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita la perforación de hasta siete (7) pozos por cada plataforma multipozo nueva, con la opción de convertir en reinyectores y/o inyectores, y/o perforar pozos nuevos para este fin, en un máximo de tres (3) pozos (inyectores y/o reinyectores) por plataforma. En total se perforarán un máximo de 105 pozos divididos así; 60 productores y 45 inyectores / reinyectores, los cuales incluyen actividades de perforación convencional, pruebas de producción cortas y extensas, y actividades de workover, los anteriores valores incluyen el reacondicionamiento de pozos estratigráficos y/o exploratorios a productores y/o inyectores.
8	Transporte de fluidos	Líneas de flujo	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de hasta 300 km de líneas de flujo, con diámetros de hasta 16" y un DDV de hasta 15 m, incluyendo los métodos constructivos y las alternativas para cruces de cuerpos de agua, vías y otros ductos presentados en el EIA; las conexiones podrán ser: <ul style="list-style-type: none"> a. Entre plataformas multipozo b. Entre plataformas multipozo y facilidades de producción (FTP y FCP) c. Entre facilidades de producción (FTP y FCP) d. Conexión con infraestructura de transferencia (oleoductos y/o gasoductos) al interior del área de influencia del proyecto. e. Para la entrega y/o recibo de fluidos con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento, disposición final y/o comercialización, previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales, sin superar la capacidad máxima del campo, estimada en 45.000 BFPD (10.000 BOPD + 35.000 BWPD) y 10.000 MSCFDS y los volúmenes autorizados para inyección y/o reinyección.

ID	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE DESARROLLO	SOLICITUD
9	Sinergia entre campos	Recepción y transferencia de fluidos	<p>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita la conexión a infraestructura de transferencia existente o proyectada (oleoductos o gasoductos) que se encuentren dentro del área de influencia y/o área a licenciar del proyecto; así como la entrega y/o recepción de fluidos de producción con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento-disposición final y/o comercialización, en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales sin exceder la capacidad máxima del campo. El transporte de los fluidos se efectuará de dos maneras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por líneas de Flujo - Por Carrotanques
10	Reinyección y/o inyección	Disposición de aguas (DISPOSAL) e Inyección por recobro mejorado (WATERFLOODING)	<p><i>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita el permiso para la disposición de aguas (DISPOSAL) y para el recobro mejorado (secundario y terciario-EOR), con un caudal máximo hasta 60 KBWDP (agua) y 60 MSCFD (gas) de fluidos por Formación, en las siguientes unidades Grupo Honda (H2 y H3), Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos, a través de un máximo de cuarenta y cinco (45) pozos reinyectores y/o inyectores, sin superar los volúmenes máximos de 360 KBWDP (agua) y 360 MSCFD (gas) para el Área de Desarrollo VSM-37; los 45 pozos inyectores solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de agua o gas, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los escenarios planteados, no se superará el máximo de pozos inyectores solicitados.</i></p>
11	Generación y distribución de energía eléctrica	Generación local de energía	<p>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la generación local de energía en las plataformas multipozo y/o facilidades de producción, mediante sistemas de generadores y turbinas que funcionen a base diésel, gas natural, GLP, fuel oil.</p>
12		Granja Solar Fotovoltáica	<p>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de una (1) granja solar fotovoltaica de hasta 5 MW, con un área máxima de tres (3) hectáreas.</p>

ID	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE DESARROLLO	SOLICITUD
13		Interconexión a redes del sistema nacional y/o provado	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la interconexión a redes del sistema nacional y/o privado existentes y/o a construir a futuro dentro del Área de Influencia del Área de Desarrollo VSM-37. Esta interconexión se realizaría con líneas eléctricas cuyas especificaciones se presentan en numerales anteriores, del presente capítulo.
14		Transformación de gas natural	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la autogeneración de energía eléctrica, a través de la transformación de gas natural resultado del proceso de perforación a combustibles líquidos ultra limpios a partir de la implementación de la tecnología GTL, para la autogeneración de energía por medio de Gas.
15		Optimización de potencial calórico	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción para generación de energía eléctrica, que es producida o separada en las etapas de tratamiento de fases (agua, crudo y gas), en las facilidades de producción
16		Líneas eléctricas	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de hasta 300 Km de líneas de trasmisión eléctrica de alta, media baja tensión al interior del área de influencia del proyecto para conectar las plataformas multipozo, facilidades de producción, granja solar fotovoltaica, conexión al sistema nacional y/o cualquier otra estrategia de desarrollo y/o infraestructura solicitada que lo requiera.
17		Subestaciones eléctricas	Para el caso de la construcción de las subestaciones eléctricas, estas estarán ubicadas dentro de las facilidades centrales de producción y/o locaciones con un área máxima de una (1) hectárea. La distribución de energía eléctrica para plataformas multipozo, facilidades de producción y demás infraestructura dentro del Área de Desarrollo VSM-37, será de tensión de 34,5 kV. La red de distribución se realizará mediante subestación eléctrica que estará ubicada dentro de

ID	ACTIVIDAD	ESTRATEGIA DE DESARROLLO	SOLICITUD
			<p>las facilidades centrales de producción y/o plataformas multipozo, que podrán ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una sub-estación interconectada al sistema eléctrico nacional o privada a un nivel de voltaje entre 230 kV, 115 kV, para bajar a 34,5 kV; - Una subestación elevadora que arranque desde un nivel de voltaje de 480 V para aumentar a 34,5 kV.
18	Zonas de Disposición de Materiales Estériles	Construcción de ZODMEs	<p>PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de 23 Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavación - ZODME, distribuidos de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15 ZODMEs de máximo 1 hectárea, distribuidos de uno por cada locación, los cuales estarán inmersos en las 5 hectáreas de cada una. - Tres (3) de máximo 1 hectárea, distribuidos de uno por cada Facilidad Central de Producción, los cuales estarán inmersos en las 7 hectáreas de cada una. - Cinco (5) ZODMEs centralizados, de máximo 2 hectáreas cada uno, ubicados por Zonificación de Manejo y de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-5** y **Tabla 2-6** se presenta la descripción de la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales para el proyecto.

Tabla 2-5. Autorizaciones para actividades transversales objeto de evaluación y autorización para el Área de Desarrollo VSM-37

ID	ACTIVIDAD	SOLICITUD DE LICENCIA DE DESARROLLO
1	Movilización y Transporte de maquinaria, equipos, personal y materiales	Se solicita la movilización y transporte de fluidos (crudo, agua y gas), maquinaria, personal entre otros, por las vías que hacen parte del área de influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM-37, así como entre Campos operados o no por Parex.
2	Gestión de residuos líquidos domésticos e industriales	Se solicita realizar el transporte y manejo de residuos líquidos domésticos e industriales en las diferentes etapas en el Área de Desarrollo VSM-37, el cual podrá ser al interior de la infraestructura construida, así como sinergia entre campos de Parex o de otras compañías que cuenten con las autorizaciones pertinente para el tratamiento respectivo. Asimismo, como otra alternativa esta gestión podrá ser realizada a través de terceros debidamente autorizados.
3	Gestión de residuos sólidos convencionales y RESPEL	Se solicita realizar el transporte y manejo de residuos sólidos convencionales y RESPEL de las operaciones en el Área de Desarrollo VSM-37, el cual podrá ser al interior de la infraestructura construida, así como sinergia entre campos de Parex o de otras compañías. Asimismo, como otra alternativa esta gestión podrá ser realizada a través de terceros debidamente autorizados.
4	Compra de Agua	Se solicita permiso para la compra de agua para uso doméstico e industrial para las diferentes actividades del proyecto, a través de terceros autorizados que cuenten con todos los permisos ambientales necesarios para dicha actividad. El uso de este recurso se contempla para las actividades domésticas, Industriales, entre estas el riego en vías para el control de material particulado entre otras, que se enmarquen en las actividades de la exploración y explotación de hidrocarburos.
5	Riego en vías	Se considerará el uso de aguas residuales domésticas e industriales previamente tratadas para labores de riego en vías. En caso de requerirse podrá utilizarse agua captada u obtenida de otras fuentes como las descritas en el presente capítulo. Por otro lado, se solicita autorización para el uso de materiales biodegradables como supresores de polvo (en caso de que se considere necesario) o similares que cumplan dicha función de prevenir la generación de material particulado.

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-6. Uso y aprovechamiento de recursos para el Área de Desarrollo para el Área de Desarrollo VSM-37

ID	ACTIVIDAD	SOLICITUD DE LICENCIA DE DESARROLLO
1	Concesión de Agua Superficial	Se solicita permiso de concesión de agua superficial para 14 puntos de captación con una franja de movilidad de 200 metros, siendo 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo desde la coordenada central. Con un caudal de 10 l/s para seis (6) puntos solicitados en el río Magdalena y 6,7 l/s para los otros ocho (8) correspondientes a río Fortalecillas (3), quebrada Bateas (1) y río Villa Vieja (4).
2	Exploración y Concesión de aguas subterráneas	Se solicita permiso de exploración y concesión de aguas subterráneas de la siguiente manera: 1. Exploración de agua subterránea para los acuíferos Neiva, Honda y Sedimentos de Fortalecillas, a través de la perforación de seis (6) pozos profundos (dos por cada acuífero). 2. Concesión de aguas subterráneas mediante la perforación de cinco (5) pozos profundos, con un caudal máximo de 3 l/s. La ubicación de estos pozos estará sujetos a la zonificación de manejo ambiental y las áreas de interés que sean definidas.
4	Uso de Aguas Lluvias	Se solicita la autorización para hacer uso del agua producto de las aguas lluvias y/o de escorrentía almacenada y/o contenida en las zonas de préstamo lateral y las piscinas presentes en las locaciones y/o facilidades de producción a construir.
5	Compra de Agua	Se solicita permiso para la compra de agua para uso doméstico e industrial para las diferentes actividades del proyecto, a través de terceros autorizados que cuenten con todos los permisos ambientales necesarios para dicha actividad. El uso de este recurso se contempla para las actividades domésticas, Industriales entre estas el riego en vías para el control de material particulado entre otras que se enmarquen en las actividades de la exploración y explotación de hidrocarburos.
6	Recirculación de Agua Residual	<i>Se solicita permiso de recirculación de agua residual doméstica e industrial tratada, mediante el riego sobre las vías y sistemas de redes contraincendios a utilizar por el proyecto según la Resolución 1256 del 23 de noviembre de 2021.</i>

ID	ACTIVIDAD	SOLICITUD DE LICENCIA DE DESARROLLO
7	Ocupaciones de Cauce	Se solicita permiso para 196 ocupaciones de cauce para cruces de vías proyectadas y/o vías existentes y cruces aéreos y/o subterráneos de líneas de flujo con una franja de movilidad de 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo.
8	Residuos Líquidos	Se solicita permiso para gestionar con terceros autorizados el tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas, e industriales y de formación generadas por las diferentes actividades del Proyecto.
9	Reinyección y/o Inyección	<i>Se solicita el permiso para la disposición de aguas (DISPOSAL) y para el recobro mejorado (secundario y terciario-EOR), con un caudal máximo hasta 60 KBWDP (agua) y 60 MSCFD (gas) de fluidos por Formación, en las siguientes unidades Grupo Honda (H2 y H3), Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos, a través de un máximo de cuarenta y cinco (45) pozos reinyectores y/o inyectores, sin superar los volúmenes máximos de 360 KBWDP (agua) y 360 MSCFD (gas) para el Área de Desarrollo VSM-37; los 45 pozos inyectores solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de agua o gas, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los escenarios planteados, no se superará el máximo de pozos inyectores solicitados.</i>
10	Emisiones Atmosféricas	Se solicita el permiso de emisiones teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 2.2.5.1.7.2 del Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 619 del 7 de julio de 1997, relacionado con los casos que requieren permiso de emisiones atmosféricas, para las fuentes fijas del proyecto.
11	Aprovechamiento Forestal	Se solicita permiso de 33.635,78 m ³ de volumen total de aprovechamiento forestal para las áreas de intervención contempladas en el proyecto.
12	Recolección de Especímenes de la Diversidad Biológica	Se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA incluir en la respectiva Licencia Ambiental el permiso para recolección de especímenes de la biodiversidad, de conformidad con el numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015 y con lo establecido en el artículo 2.2.2.8.1.1, Sección 1, Capítulo 8 y subsiguientes del Decreto 1076 de 2015.
13	Fuentes de Material	Se solicita autorización para la compra de materiales de construcción para las actividades del proyecto, con terceros autorizados que cuenten con los respectivos permisos ambientales y los títulos mineros vigentes. Así mismo se solicita autorización para la adquisición de material de las áreas de préstamo lateral de las vías de acceso, plataformas multipozo y/o facilidades a construir, cuando exista la necesidad de requerir material para la conformación de terraplenes. Según las especificaciones presentadas en el Capítulo 2 Descripción del proyecto.

ID	ACTIVIDAD	SOLICITUD DE LICENCIA DE DESARROLLO
		PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL en el marco las actividades de desmantelamiento y abandono realizará el reúso de material pétreo limpio de las plataformas y vías de acceso existentes y asociadas a proyectos licenciados para la construcción de plataformas, así como el Reúso de RCD al interior del proyecto para actividades de mantenimiento de vías y construcción de plataformas y/o las acordadas con la comunidad o propietarios de predios.
14	Residuos Solidos	Solicitar el permiso para gestionar de forma integral con terceros autorizados, el manejo de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y especiales que se generen por el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto.
15	Supresores de polvo	Aplicación y uso de supresores para el control de material particulado (Hidrostab, la aplicación de mezclas densas asfálticas en caliente o frío, entre otros). Para el desarrollo de esta actividad se podrá hacer uso de materiales biodegradables como el uso de supresores de polvo (en caso de que se considere necesario) o similares que cumplan dicha función de prevenir la generación de material particulado.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.1 Relación de duración del proyecto, etapas, actividades, cronograma de actividades, costo total del proyecto y estructura organizacional del proyecto.

2.2.1.1 Etapas del proyecto y cronograma de actividades

En la **Tabla 2-7** se presenta la identificación de las etapas y actividades que se realizarán en el proyecto Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-7. Etapas, subetapas y actividades para el Área de Desarrollo VSM-37

ETAPA		ACTIVIDAD	
ETAPA PRE-OPERATIVA	1	Información a representantes comunitarios, comunidades, organizaciones sociales y autoridades del AI	
	2	Negociación de predios y servidumbres y adquisición de derechos inmobiliarios	
ACTIVIDADES TRANSVERSALES	3	Adquisición de bienes y servicios.	
	4	Contratación y capacitación de personal no calificado y calificado.	
	5	Movilización y transporte de maquinaria pesada, equipos y materiales.	
	6	Movilización y transporte de personal.	
	7	Captación, transporte y consumo de agua superficial	
	8	Captación, transporte y consumo de aguas subterráneas	
	9	Compra de agua a terceros autorizados.	
	10	Manejo y disposición de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.	
	11	Manejo y disposición de aguas residuales domésticas y no domésticas	
	12	Uso de aguas lluvias de las piscinas	
	13	Uso de supresores de polvo a base de biopolímeros de origen natural para control de material particulado en las vías de acceso al proyecto	
	14	<i>Recirculación de agua residual doméstica y no doméstica tratada mediante riego en vías</i>	
	15	Mantenimiento y/o adecuación de vías.	
	16	Instalación y operación de campamentos	
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Vías (Adecuación y/Construcción)	17	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote
		18	Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)
		19	Conformación y/o reconformación de terraplenes.
		20	Adecuación y/o construcción de obras de arte para cruces de cuerpos de agua (ocupaciones de cauce) y/o manejo de escorrentía.
		21	Zona de préstamo
		22	Estabilización de taludes y/o revegetalización
		23	Señalización horizontal y vertical
		24	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote

ETAPA		ACTIVIDAD	
Plataforma multipozo, Facilidades de Producción, zonas de maniobras y granja solar (Construcción)	25		Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)
	26		Conformación y/o reconformación de terraplenes.
	27		Adecuación y/o construcción de obras de arte y/o manejo de escorrentía
	28		Estabilización de taludes y/o revegetalización
	29		Zona de préstamo
Líneas de flujo (Construcción)	30		Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote
	31		Manejo de tubería (Acopio, tendido, doblado de la tubería)
	32		Zanjado y enterrado
	33		Instalación de marcos "H"
	34		Cruce de cuerpos de aguas (cielo abierto, cruces por perforación dirigida, aéreo, etc.).
	35		Cruce de vía (excavación zanja abierta)
	36		Corte, soldadura, y pruebas radiográficas.
	37		Pruebas hidrostáticas y/o neumáticas.
	38		Construcción de obras geotécnicas y ambientales (temporales y permanentes).
	39		Estabilización de taludes y/o revegetalización
Líneas eléctricas (Construcción)	40		Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote
	41		Excavaciones para postes.
	42		lizado, relleno y compactación.
	43		Cimentación
	44		Zanjado y enterrado
	45		Montaje de estructuras
	46		Tendido (cableado).
	47		Estabilización de taludes y/o revegetalización
	48		Conexión al Sistema Interconectado Nacional y distribución interna
ZODME (Construcción)	49		Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote
	50		Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)

ETAPA		ACTIVIDAD	
ETAPA DE MONTAJE Y OPERACIÓN	Perforación de pozos	51	Construcción de obras de drenaje.
		52	Montaje de infraestructura y equipos.
		53	Generación de energía eléctrica localizada (diésel y/o gas) y/o centralizada (subestación eléctrica), y/o aprovechamiento calórico. y/o centralizada (subestación eléctrica), y/o aprovechamiento calórico.
		54	Perforación de pozos para exploración y/o concesión de agua subterránea.
		55	Perforación de pozos exploratorios, productores e inyectores, y/o reentry / operación del taladro.
		56	Pruebas de producción
		57	Funcionamiento de la tea
		58	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación base agua, base aceite y/o sintéticos.
	Facilidades de producción (operación)	59	Operación de equipos (separadores, generadores, bombas, compresores, calderas, brazos de cargue, etc.)
		60	Generación de energía
		61	Generación y tratamiento de gas
		62	Procesos de producción (Separación y almacenamiento de agua, gas y crudo).
		63	Optimización del potencial calorífico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos, para la autogeneración de energía eléctrica
		64	Montaje de infraestructura y equipos
		65	Mantenimiento de las unidades GTL
	Reinyección y/o inyección	66	Operación de equipos (separadores, generadores, bombas, compresores, calderas, brazos de cargue, etc.)
		67	Manejo y disposición (reinyección y/o inyección) de fluidos de producción (aguas de formación, residuos líquidos y gas).
	ZODME	68	Operación de la ZODME (Disposición de material sobrante de excavación y/o lodos de perforación)
		69	Manejo de aguas de escorrentía
		70	Construcción de obras geotécnicas y ambientales (temporales y permanentes).
		71	Conformación y revegetalización de taludes

ETAPA		ACTIVIDAD	
	Granja solar	72	Montaje eléctrico, de estructuras de soporte y módulos fotovoltaicos
		73	Operación granja solar
	Mantenimientos	74	Reacondicionamiento de pozos (Workover)
		75	Mantenimiento de la banca y obras de drenaje
		76	Mantenimiento de las líneas de flujo
		77	Mantenimiento y/ cambio del sistema de compresión, infraestructura, equipos de producción y tratamiento.
		78	Mantenimiento de obras geotécnicas
		79	Mantenimiento de la ZODME
		80	Mantenimiento de la zona de servidumbre de las líneas eléctricas
		81	Mantenimiento preventivo y correctivo granja solar (electromecánico)
	Transporte de agua, crudo y gas	82	Cargue y transporte de fluidos (carrotanque).
		83	Cargue y transporte de fluidos (líneas de flujo).
	Zonas de maniobras	84	Operación de las zonas de maniobras
	Líneas eléctricas (Operación)	85	Operación de líneas eléctricas
	ETAPA POST OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO	86
87			Desmantelamiento de estructuras duras (ej. Concretos)
88			Cierre final de piscinas
89			Limpieza de áreas intervenidas.
90			Sellamiento de pozos
91			Reconformación del terreno y revegetalización final de áreas operativas.
92			Obras de estabilización y control de erosión (obras de geotecnia definitivas).
93			Abandono definitivo de las áreas intervenidas.
94			Clausura de ZODMEs
95			Reunión de cierre del Plan de Gestión Social (PGS) y verificación de compromisos pactados

Fuente: PAREX, 2023.



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA EL ÁREA DE DESARROLLO
VSM-37**

CODIGO: COL-HSE-FT-311
EMISIÓN: 28-08-2023
VIGENCIA: 28-08-2023
VERSIÓN: 1

De acuerdo con lo anterior, es importante mencionar que durante la ejecución de las actividades dentro del Área de Desarrollo VSM-37, las etapas no necesariamente son secuenciales, se podrán presentar actividades simultáneas, es decir, se podrán presentar al mismo tiempo actividades como perforación de pozos, trabajos de pozos y operación de los pozos productores, entre otros. En la **Tabla 2-8** se presenta el cronograma estimado de ejecución de actividades proyectado aproximadamente a 20 años, el cual puede presentar variaciones durante en desarrollo del proyecto y la naturaleza propia del mismo. Cabe resaltar que este cronograma presenta las actividades y estrategias que PAREX ejecutará en el Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-8 Cronograma para las actividades a realizar en el Área de Desarrollo VSM-37

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ETAPA PRE-OPERATIVA	1	Información a representantes comunitarios, comunidades, organizaciones sociales y autoridades del AI																				
	2	Negociación de predios y servidumbres y adquisición de derechos inmobiliarios																				
ACTIVIDADES TRANSVERSALES	3	Adquisición de bienes y servicios.																				
	4	Contratación y capacitación de personal no calificado y calificado.																				
	5	Movilización y transporte de maquinaria pesada, equipos y materiales.																				
	6	Movilización y transporte de personal.																				
	7	Captación, transporte y consumo de agua superficial																				
	8	Captación, transporte y consumo de aguas subterráneas																				
	9	Compra de agua a terceros autorizados.																				
	10	Manejo y disposición de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.																				
	11	Manejo y disposición de aguas residuales domésticas y no domésticas																				
	12	Uso de aguas lluvias de las piscinas																				
	13	Uso de supresores de polvo a base de biopolímeros de origen natural para control de material particulado en las vías de acceso al proyecto																				
	14	<i>Recirculación de agua residual doméstica y no doméstica tratada mediante riego en vías</i>																				
	15	Mantenimiento y/o adecuación de vías.																				
	16	Instalación y operación de campamentos																				
	ETAP	Vías (Adecuación y/Construcción)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		7	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote																			

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	18	Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)																				
	19	Conformación y/o reconfiguración de terraplenes.																				
	20	Adecuación y/o construcción de obras de arte para cruces de cuerpos de agua (ocupaciones de cauce) y/o manejo de escorrentía.																				
	21	Zona de préstamo																				
	22	Estabilización de taludes y/o revegetalización																				
	23	Señalización horizontal y vertical																				
	Plataforma multipozo, Facilidades de Producción, zonas de maniobras y granja solar (Construcción)	24	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote																			
25		Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)																				
26		Conformación y/o reconfiguración de terraplenes.																				
27		Adecuación y/o construcción de obras de arte y/o manejo de escorrentía																				
28		Estabilización de taludes y/o revegetalización																				
29		Zona de préstamo																				
Líneas de flujo (Construcción)		30	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote																			
	31	Manejo de tubería (Acopio, tendido, doblado de la tubería)																				
	32	Zanjado y enterrado																				
	33	Instalación de marcos "H"																				

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	3 4	Cruce de cuerpos de aguas (cielo abierto, cruces por perforación dirigida, aéreo, etc.).																				
	3 5	Cruce de vía (excavación zanja abierta)																				
	3 6	Corte, soldadura, y pruebas radiográficas.																				
	3 7	Pruebas hidrostáticas y/o neumáticas.																				
	3 8	Construcción de obras geotécnicas y ambientales (temporales y permanentes).																				
	3 9	Estabilización de taludes y/o revegetalización																				
	Líneas eléctricas (Construcción)	4 0	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote																			
		4 1	Excavaciones para postes.																			
		4 2	lizado, relleno y compactación.																			
4 3		Cimentación																				
4 4		Zanjado y enterrado																				
4 5		Montaje de estructuras																				
4 6		Tendido (cableado).																				
4 7		Estabilización de taludes y/o revegetalización																				
4 8		Conexión al Sistema Interconectado Nacional y distribución interna																				
ZODME	4 9	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote																				

ETAPA		ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
ETAPA DE MONTAJE Y OPERACIÓN	(Construcción)	50	Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)																					
		51	Construcción de obras de drenaje.																					
	Perforación de pozos	52	Montaje de infraestructura y equipos.																					
		53	Generación de energía eléctrica localizada (diésel y/o gas) y/o centralizada (subestación eléctrica), y/o aprovechamiento calórico. y/o centralizada (subestación eléctrica), y/o aprovechamiento calórico.																					
		54	Perforación de pozos para exploración y/o concesión de agua subterránea.																					
		55	Perforación de pozos exploratorios, productores e inyectores, y/o reentry / operación del taladro.																					
		56	Pruebas de producción																					
		57	Funcionamiento de la tea																					
		58	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación base agua, base aceite y/o sintéticos.																					
		Facilidades de producción (operación)	59	Operación de equipos (separadores, generadores, bombas, compresores, calderas, brazos de cargue, etc.)																				
			60	Generación de energía																				
			61	Generación y tratamiento de gas																				
	62		Procesos de producción (Separación y almacenamiento de agua, gas y crudo).																					
	63		Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos, para la autogeneración de energía eléctrica																					
	64		Montaje de infraestructura y equipos																					

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Reinyección y/o inyección	65	Mantenimiento de las unidades GTL																			
	66	Operación de equipos (separadores, generadores, bombas, compresores, calderas, brazos de cargue, etc.)																			
	667	Manejo y disposición (reinyección y/o inyección) de fluidos de producción (aguas de formación, residuos líquidos y gas).																			
ZODME	68	Operación de la ZODME (Disposición de material sobrante de excavación y/o lodos de perforación)																			
	69	Manejo de aguas de escorrentía																			
	70	Construcción de obras geotécnicas y ambientales (temporales y permanentes).																			
	71	Conformación y revegetalización de taludes																			
Granja solar	72	Montaje eléctrico, de estructuras de soporte y módulos fotovoltaicos																			
	73	Operación granja solar																			
Mantenimientos	74	Reacondicionamiento de pozos (Workover)																			
	75	Mantenimiento de la banca y obras de drenaje																			
	76	Mantenimiento de las líneas de flujo																			
	77	Mantenimiento y/ cambio del sistema de compresión, infraestructura, equipos de producción y tratamiento.																			
	78	Mantenimiento de obras geotécnicas																			
	79	Mantenimiento de la ZODME																			
	80	Mantenimiento de la zona de servidumbre de las líneas eléctricas																			

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA (AÑOS)																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Transporte de agua, crudo y gas	81	Mantenimiento preventivo y correctivo granja solar (electromecánico)																				
	82	Cargue y transporte de fluidos (carrotanque).																				
	83	Cargue y transporte de fluidos (líneas de flujo).																				
	84	Operación de las zonas de maniobras																				
	85	Operación de líneas eléctricas																				
ETAPA POST OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO	86	Retiro de equipos, maquinaria, demolición y/o desmonte de infraestructura																			
		87	Desmantelamiento de estructuras duras (ej. Concretos)																			
		88	Cierre final de piscinas																			
		89	Limpieza de áreas intervenidas.																			
		90	Sellamiento de pozos																			
		91	Reconformación del terreno y revegetalización final de áreas operativas.																			
		92	Obras de estabilización y control de erosión (obras de geotecnia definitivas).																			
		93	Abandono definitivo de las áreas intervenidas.																			
		94	Clausura de ZODMEs																			
		95	Reunión de cierre del Plan de Gestión Social (PGS) y verificación de compromisos pactados																			

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.1.2 Costos del proyecto

El presupuesto total del proyecto está dado por las tarifas planteadas para las actividades de obras civiles, las valoraciones estimadas para la perforación, operación y las distintas actividades a desarrollar en el Área de Desarrollo VSM-37. De acuerdo con lo anterior, se estima un costo global de **\$ 4.067.985.000.000** (Cuatro billones sesenta y siete mil novecientos ochenta y cinco millones).

2.2.1.3 Organización del proyecto

2.2.1.3.1 Estructura organizacional

PAREX es una Compañía dedicada a la exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos, que realiza sus operaciones con el compromiso de mejoramiento continuo, la protección y conservación del medio ambiente, la seguridad y salud en el trabajo, buscando la integridad de sus trabajadores, contratistas, subcontratistas, de todas las personas, bienes e infraestructura con las que tenga relación.

PAREX implementa las estrategias necesarias para la promoción de la salud, la prevención de accidentes laborales, enfermedades laborales y accidentes mayores en actividades industriales; a partir de la identificación, evaluación y control de peligros, riesgos y oportunidades, la implementación de programas de gestión en seguridad y salud en el trabajo para el buen desempeño de la Compañía en HSE. Se compromete con definir canales de consulta y participación de los trabajadores y/o sus representantes con respecto al sistema de gestión.

El éxito de las operaciones y la sostenibilidad del negocio, se soportan en el conocimiento y el compromiso en la seguridad, la salud de las personas, el cuidado de la vida y la protección del medio ambiente a cargo de todo el personal directo, contratistas y proveedores, como una responsabilidad directa e indelegable de sus funciones. Por esta razón, la Compañía se compromete a implementar el Sistema de Gestión Integral en todas nuestras operaciones y centros de trabajo a nivel nacional, a suministrar los recursos humanos, técnicos, físicos y económicos necesarios para la gestión de los riesgos laborales y de los asociados a los procesos, al igual que el control de los impactos ambientales.

Para la Compañía es un principio corporativo la prevención de la contaminación, conservación, el cuidado y protección del medio ambiente, a través del uso responsable y sostenible de los recursos naturales, la adecuada gestión de residuos, la mitigación del cambio climático y la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas.

La Compañía se compromete a desarrollar y mantener condiciones de trabajo seguras y saludables, prácticas y procedimientos apropiados de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente, que cumplan con los requisitos legales y otros requisitos aplicables.

La presente política se monitorea y actualiza en caso de cambios legislativos u otros requisitos aplicables, y establece el marco de referencia para el establecimiento de los objetivos en salud, seguridad y la mejora continua.

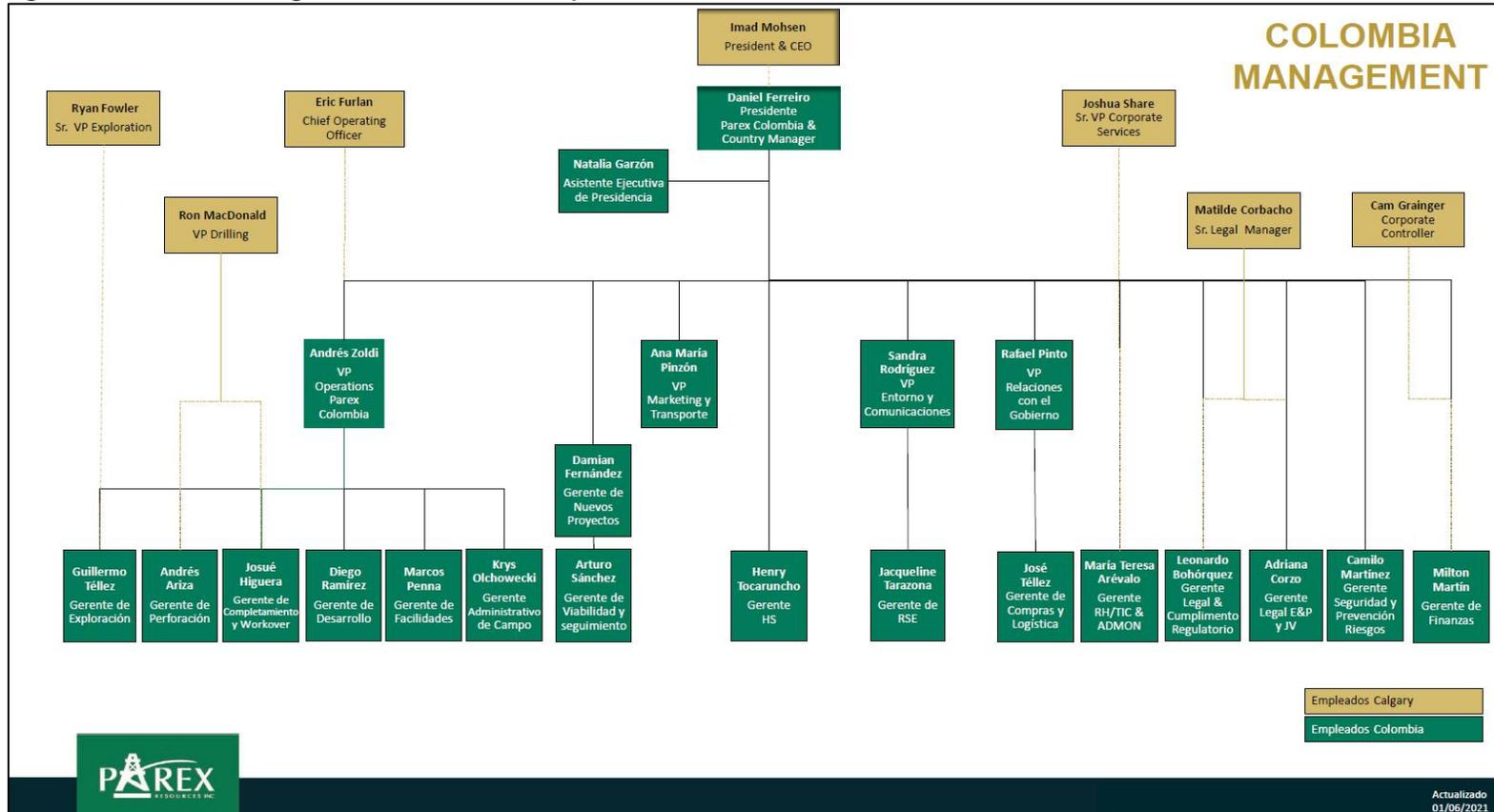


**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA EL ÁREA DE DESARROLLO
VSM-37**

CODIGO: COL-HSE-FT-311
EMISIÓN: 28-08-2023
VIGENCIA: 28-08-2023
VERSIÓN: 1

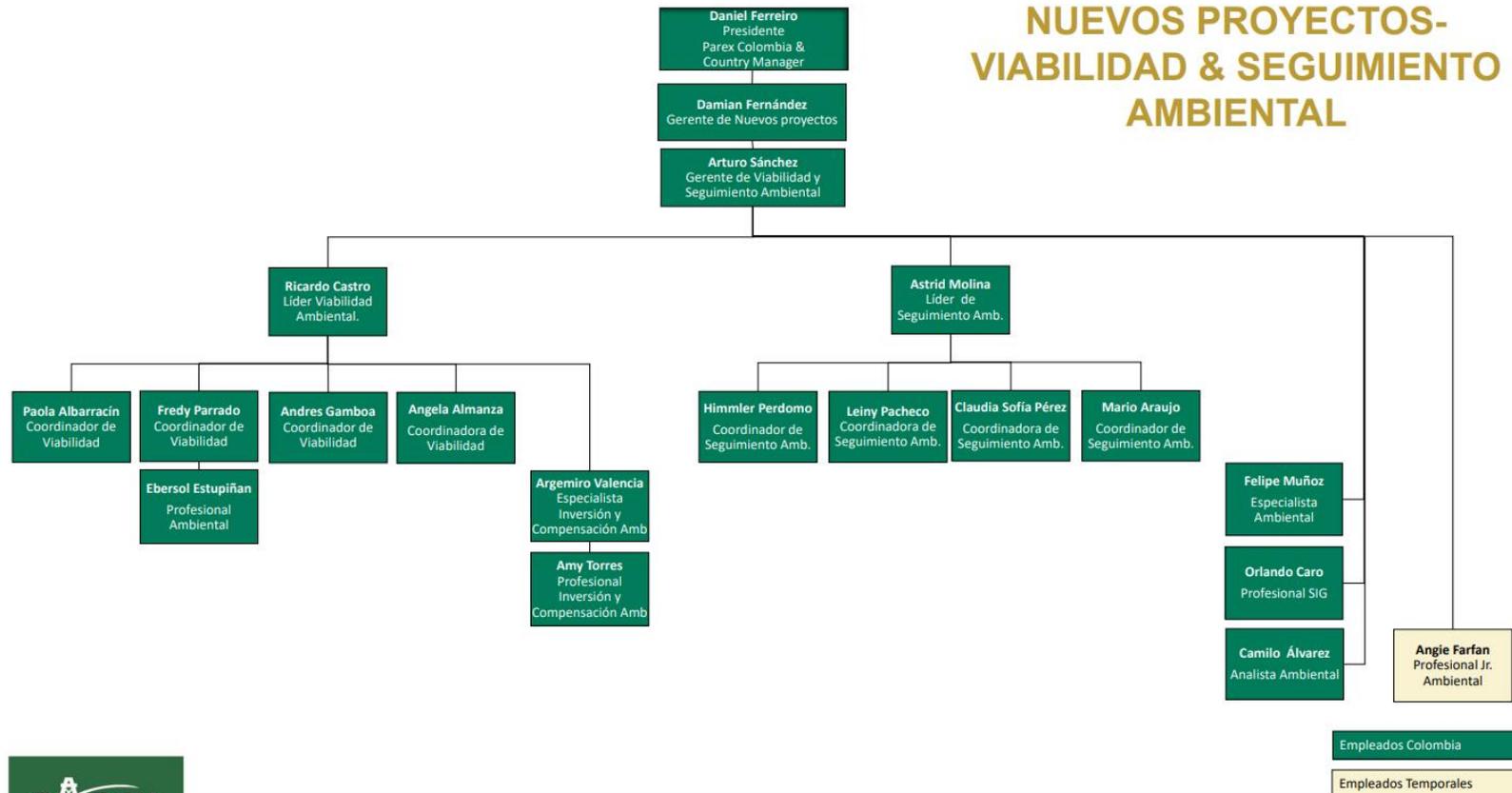
En el organigrama general de PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL (PAREX), La administración del proyecto será ejercida por un jefe, del cual dependerá el supervisor del campo. A su vez, se incorporará a su funcionamiento una organización matricial donde se encuentran las diferentes compañías contratistas, que llevan a cabo diversas operaciones de manera coordinada. Lo relacionado con el componente ambiental estará a cargo del área de viabilidad y seguimiento ambiental. En la **Figura 2-5** y en la **Figura 2-6** se presenta el Organigrama general corporativo y de Medio Ambiente y calidad de PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL respectivamente. Así mismo, se resalta que PAREX cuenta con un Anexo HSEQ para contratistas, en razón a que la mayor parte de los trabajos de campo son desarrollados por terceros.

Figura 2-5 Estructura Organizacional de Parex para el Área de Desarrollo VSM37



Fuente: PAREX 2023.

Figura 2-6 Organigrama general viabilidad y seguimiento ambiental.



✓ Visión de Parex.

PAREX, es una empresa dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos y como parte de su estrategia ha puesto especial énfasis en la Seguridad Industrial, la Salud Ocupacional, el cuidado del Medio Ambiente, como una condición imprescindible para el desarrollo de las actividades.

El éxito del programa está sustentado en que todo el personal, contratistas y proveedores, asuman que el cuidado de la seguridad industrial, la salud de los empleados y la protección del medio ambiente es una responsabilidad directa e indelegable de las líneas de mando y una tarea inherente a sus funciones, debiendo reportar todo evento, accidente y/o incidente que potencialmente afecte la salud de las personas o el ambiente, los que deben ser investigados y difundidos en la Compañía y entidades gubernamentales cuando corresponda.

✓ Política Integral HSEQ.

La alta dirección de PAREX ha definido y autorizado la Política Integral de la Organización, y se ha asegurado que dentro del alcance definido del Sistema de Gestión HSEQ, se tuvo en cuenta la naturaleza y escala de los riesgos e impactos ambientales de la organización; el compromiso con la prevención de lesiones, enfermedades laborales y contaminación al medio ambiente; con la mejora continua en la gestión y desempeño HSEQ; y el compromiso de cumplir como mínimo los requisitos legales aplicables y otros requisitos que suscriba la organización, relacionados con sus peligros y aspectos ambientales.

La Política Integral proporciona un marco de referencia donde se establecieron y son revisados los Objetivos de HSEQ. Está documentada, implementada y mantenida en el tiempo. Ha sido comunicada a todas las personas que trabajan bajo el control de la organización, los contratistas y visitantes, con la intención de que sean conscientes de sus obligaciones individuales de HSEQ. Se encuentra disponible para las partes interesadas, y es revisada periódicamente a través de la Revisión Gerencial para asegurar que sigue siendo pertinente y apropiada para la organización.

En palabras de la compañía, PAREX, es una empresa dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos, que realiza sus operaciones comprometidas con el Mejoramiento Continuo, la Seguridad y Salud en el Trabajo, y el cuidado del Medio Ambiente donde opera, buscando la integridad de sus trabajadores y Contratistas, así como las estrategias de prevención de lesión, enfermedad, accidente laboral y contaminación ambiental, procurando continuamente una excelencia en el desempeño de HSEQ.

El éxito de nuestras operaciones y sostenibilidad del negocio está soportado en que todo su personal, contratistas y proveedores conozcan y asuman el compromiso de la seguridad, la salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente como una responsabilidad directa e indelegable de las líneas de mando y una tarea inherente a sus funciones, por lo tanto, PAREX se compromete a implementar el Sistema de Gestión y a suministrar los recursos: humanos, técnicos y físicos necesarios para el adecuado manejo de los riesgos asociados a sus actividades y el manejo de los impactos ambientales.

Para PAREX es prioritario la conservación, cuidado y protección del ambiente, para ello identifica los aspectos e impactos ambientales generados por nuestras operaciones, de tal forma que permitan prevenir, minimizar y controlar los impactos significativos sobre los elementos agua, suelo y aire.

PAREX se compromete a desarrollar y mantener prácticas y procedimientos apropiados de seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente y calidad, que cumplan los requisitos legales y los estándares internacionales de la industria.

Los contratistas están comprometidos con esta política, dando cumplimiento a los requisitos y obligaciones especiales que deben cumplir durante la ejecución de los contratos, para estar alineados con la Política de PAREX de igual forma los CONTRATISTAS cumplirán a cabalidad con la legislación Ambiental, de Seguridad y Salud en el Trabajo que rige en Colombia. Durante la ejecución del contrato, la actuación de los CONTRATISTAS al igual que sus subcontratistas (si se llegase a tener) en materia de HSEQ se sujetará en todo a las disposiciones legales vigentes en Colombia, en especial a las siguientes: Ley 9 de 1979, Código Sustantivo del Trabajo, Resolución 2400 de 1979, Resolución 2413 de 1979, Decreto 614 de 1984, Resolución 2013 de 1986, Resolución 1016 de 1989, Decreto 475 de 1998, Decreto 1295 de 1994, Ley 769 de 2002, Resolución 180398 de 2004, Ley 1010 de 2006, Resolución 1401 de 2007, el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), Resolución 1409 de 2012, Decreto 1443 de 2014, Resolución 1565 de 2014, Decreto 1072 de 2015 y las normas que los reglamenten, modifiquen o replacen, así como a cualquier normatividad legal aplicable que se promulgue en Colombia.

Los programas de gestión de PAREX se enmarcan en la política ambiental de la compañía, la cual considera los siguientes aspectos para la operación de contratistas:

- Los contratistas deben definir e implementar programas de gestión en HSEQ para cumplir con los objetivos y metas trazadas, para lo cual el contratista debe identificar los requisitos legales ambientales, teniendo en cuenta las licencias, permisos y planes de manejo ambientales de cada proyecto.
- Los contratistas darán especial atención a las actividades de: captación y tratamiento de aguas, así como a los procedimientos de manejo, transporte, utilización y la disposición de residuos, aguas residuales domésticas e industriales y sustancias peligrosas; de acuerdo con lo establecido por las autoridades y la normatividad ambientales vigente.
- Todas las personas que se encuentren vinculadas al proyecto tomarán las medidas estipuladas en las fichas de manejo con el fin de evitar la afectación de los componentes Atmósfera, Hidrológico y/o el suelo. Si por razón de la actividad del contratista, se viere en la necesidad de aplicar medidas de limpieza, mitigación o rehabilitación de áreas, estas labores se harán bajo la supervisión de PAREX y la Gestoría.
- Los contratistas acatarán las recomendaciones que realice el personal de Gestoría o el personal de Coordinación de HSEQ de PAREX.
- Los contratistas deben asignar un responsable de HSEQ en campo para el desarrollo del contrato, el cual debe ser competente para garantizar que el sistema de gestión en HSEQ se implemente, se mantenga adecuadamente y se cumplan todos los requisitos en HSEQ

2.2.1.3.2 Sistema de gestión ambiental

➤ Generalidades

El Sistema Integrado de Gestión en Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente de la Organización, abarca los procesos relacionados con la Exploración y Explotación de Hidrocarburos: Drilling, Operaciones (Ingeniería de Proyectos, Facilidades, Producción, Workover), Transporte y Administración.

El presente Sistema Integrado de Gestión HSEQ de la Organización es de obligatorio cumplimiento para todo el personal que hace parte de PAREX y sus Contratistas, aplica tanto para las labores de oficina como para las ejecutadas en cada proyecto. Está dirigido a la prevención de la contaminación, protección del medio ambiente, a la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales de todos y cada uno de los trabajadores.

- ✓ Objetivos del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo.
 - Mantener los indicadores estadísticos de accidentes (LTI, Severity, TRI, MVC) dentro de las metas establecidas por la compañía, mediante la Identificación, valoración y control de los riesgos específicos y generales existentes en los lugares de trabajo.
 - Desarrollar acciones dirigidas a la promoción de la salud y la prevención de enfermedades laborales del personal, cumpliendo con los requisitos de la legislación nacional sobre Seguridad y Salud en el Trabajo aplicables a nuestra actividad.

- ✓ Objetivos del sistema de gestión ambiental

PAREX establece que los objetivos del Sistema de Gestión Ambiental corresponden a los objetivos descritos en los programas Gestión Ambiental, los cuales se establecen con base en la política y los aspectos e impactos ambientales definidos por la organización, en línea con el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y los otros requisitos, siempre con una visión de mejora continua en la prevención de la contaminación.

Dentro de los objetivos del sistema de gestión se tienen los siguientes:

- Lograr el cumplimiento del 90% de las actividades del programa de gestión de manejo del recurso agua.
- Capacitar al 100% de los trabajadores en manejo, uso eficiente y ahorro del recurso agua.
- Realizar el 90% de las capacitaciones (campañas, talleres y charlas) sobre la conservación de la fauna.
- Reutilizar el 1% de las aguas residuales generadas en la operación.
- Lograr el cumplimiento del 90% de las actividades del programa de manejo de gestión de residuos.
- Entregar el 100% de los residuos generados a empresas autorizadas para su disposición final.
- Realizar 100% actividades encaminadas a la reducción de consumos de energía, agua y residuos dentro de las oficinas de PAREX.
- Cumplir con la revisión técnico-mecánica del 100% de los vehículos.
- Clasificar adecuadamente el 100% de los residuos sólidos que se originen.

- Realizar 100% campañas encaminadas a la reducción de consumos de energía, agua y residuos dentro de las oficinas de PAREX.
- Realizar 100% de los monitoreos solicitados en las licencias ambientales.

➤ **Coordinación HSEQ**

La Coordinación HSEQ brinda apoyo y asesoría a la Alta Dirección, vicepresidencias y áreas transversales de la cadena del negocio en todos los aspectos relacionados con el manejo ambiental en las operaciones adelantadas en cada una de las áreas, en sus fases descritas en la matriz de identificación.

✓ Funciones de la coordinación HSEQ

Los objetivos fijados por PAREX para el Sistema Gerencial de Gestión Ambiental y desarrollados por la Coordinación de HSEQ son los siguientes:

- Enfocar las actividades de manejo ambiental dentro de un panorama tendiente al desarrollo sostenible, acorde con la legislación y normatividad ambiental.
- Contratar y supervisar a la Gestoría ambiental, para un proyecto en particular, asegurando control y seguimiento ambiental a las diferentes actividades.
- Planear, coordinar, controlar todos los aspectos de la Gestión Ambiental de PAREX en relación con los procesos de Licenciamiento y obtención de permisos ambientales, concesiones y demás aspectos ante las autoridades ambientales.
- Cumplir con el relacionamiento con Autoridades Ambientales.
- Desarrollar el relacionamiento con Casa Matriz, brindando asesoría y soporte técnico-legal a nivel interno en materia ambiental, de tal forma que la compañía pueda desarrollar sus proyectos y operar en el país, cumpliendo con todas las normas y reglamentos establecidos en la legislación vigente.
- Cumplir con las obligaciones impuestas por las autoridades ambientales competentes (planes de compensación, estudios adicionales entre otros), de acuerdo con las políticas de la compañía y los actos administrativos impuestos.
- Proveer a las diferentes Coordinaciones y/o Activos de la compañía, asesoría y soporte en el manejo técnico de asuntos ambientales y requisitos legales.
- Controlar y asegurar la calidad de los Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental, Gestorías Ambientales y Análisis de laboratorio para los proyectos desarrollados a fin de cumplir con las normas vigentes.
- Conocer y analizar las regulaciones y normas ambientales, compaginarlas con las necesidades y objetivos de la compañía y aplicar los conocimientos para determinar las acciones más efectivas.

➤ **Gestoría Ambiental**

El sistema gerencial de gestión ambiental involucra la gestoría ambiental permanente, desde la iniciación del programa de perforación, incluidas las obras civiles, hasta su finalización, desmantelamiento y restauración.

La gestoría ambiental se constituye en el elemento de mayor importancia dentro del programa de control y seguimiento y velará por el cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental, con miras al cumplimiento las medidas de manejo planteadas, con miras al

acatamiento de las obligaciones adquiridas por la compañía en la respectiva la licencia ambiental que otorgará la Autoridad Nacional de Licencia Ambientales.

✓ Funciones de la Gestoría Ambiental

Los objetivos fijados por PAREX a la Gestoría Ambiental son los siguientes:

- Brindar apoyo y soporte a las decisiones de tipo ambiental en todas las actividades donde se requiera, de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA y la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).
- Reunir y analizar toda la evidencia necesaria para determinar el grado de eficiencia de la aplicación de las medidas ambientales de tipo preventivo, de mitigación, control y compensación, al igual que identificar aquellos impactos no previstos.
- Verificar el cumplimiento del sistema de gestión integral HSEQ, (SGA-SG-SST.), de PAREX por parte del personal involucrado en el proyecto en las áreas operacionales, y sugerir mejoras al mismo.
- Verificar el cumplimiento y aplicación de la normatividad vigente en materia ambiental, y las obligaciones establecidas por las autoridades ambientales en los instrumentos de manejo (Licencias ambientales y plan de manejo ambiental - EIA y específico -) por parte de los contratistas, informando cualquier desvío a la Coordinación de HSEQ, y lo establecido en el procedimiento de control operacional (COL-HSEQ-PR-046 Procedimiento Control Operacional Ambiental).
- Aseguramiento de la información requerida para los informes de cumplimiento ambiental (ICA), con contratitas y áreas directas involucradas en el proyecto para ser presentados a las Autoridades Ambientales.
- Informar inmediatamente al Representante de PAREX en el sitio de trabajo (Company Man, Interventor técnico, Ingeniero), y a la Coordinación de HSEQ, cualquier cambio, modificación del proyecto que no esté contemplado en los instrumentos de manejo (Licencias ambientales y plan de manejo ambiental - EIA y específico).

La gestoría ambiental será de carácter permanente en cumplimiento a lo estipulado en los instrumentos de manejo, para las diferentes etapas de los proyectos; presentando para ello reportes diarios sobre las actividades desempeñadas en campo.

✓ Personal Requerido

La aplicación de esta gestoría será desarrollada a través de la contratación de terceros por PAREX; teniendo en cuenta que el perfil profesional del interventor considere entre sus competencias el conocimiento y experiencia en las actividades de la industria del petróleo, a nivel técnico y de gestión ambiental.

✓ Tipos de Reporte

La gestoría presentará reportes diarios a PAREX que se alimentarán del registro diario que se lleve de las actividades desempeñadas.

PAREX cuenta con un procedimiento para presentar, evaluar, aprobar, registrar y comunicar todos los cambios, temporales, permanentes o de emergencia, orientados a

prevenir y controlar los peligros, mitigar los riesgos a la seguridad, salud y medio ambiente de la organización, la integridad de las instalaciones, equipos, y el entorno social riesgo.

De igual manera la geroría ambiental elaborará los informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) para ser presentados a las Autoridades ambientales.

✓ Responsabilidades

La geroría ambiental será delegada por PAREX, y sus funciones y responsabilidades dependerán de las necesidades de la Compañía.

2.2.2 Infraestructura existente

2.2.2.1 Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y clasificación

La movilización de personal, maquinaria y equipos para la construcción de la infraestructura asociada al Área de Desarrollo VSM-37, se realizará por medio terrestre. Los vehículos asociados a estos desplazamientos no sobrepasarán los límites de velocidad, límites de carga de las vías por donde circulen y cumplirán con las leyes colombianas aplicables. El transporte de personal se realizará por transporte aéreo y/o terrestre apropiados y acondicionados para este fin, cumpliendo con todas las normas HSE establecidas por PAREX.

En el **Anexo 21. Descripción de vías**, se realiza la descripción de las vías que se utilizarán para acceder al proyecto Área de Desarrollo VSM 37; en el cual se relacionan las características generales de los medios de transporte, que permitirán el acceso desde la ciudad de Bogotá D.C hacia el Área de Desarrollo VSM 37 y se presentan los resultados del inventario que se realizó a cada una de las vías de movilidad para llegar a cada una de las áreas del proyecto, describiendo así su estado actual, características principales del carretable y la categorización a la que pertenecen según INVIAS e IGAC. Además, se describen las vías internas del Área de Desarrollo VSM 37 que pueden ser utilizadas por el proyecto para desarrollar cualquier tipo de actividad descrita en el Estudio de Impacto Ambiental y las vías de acceso a los puntos de captación de aguas superficiales, solicitados. A continuación, se relaciona la **Tabla 2-11.** y **Figura 2-7** en la cual se presentan la relación de vías de movilidad para el Área de Desarrollo VSM 37.

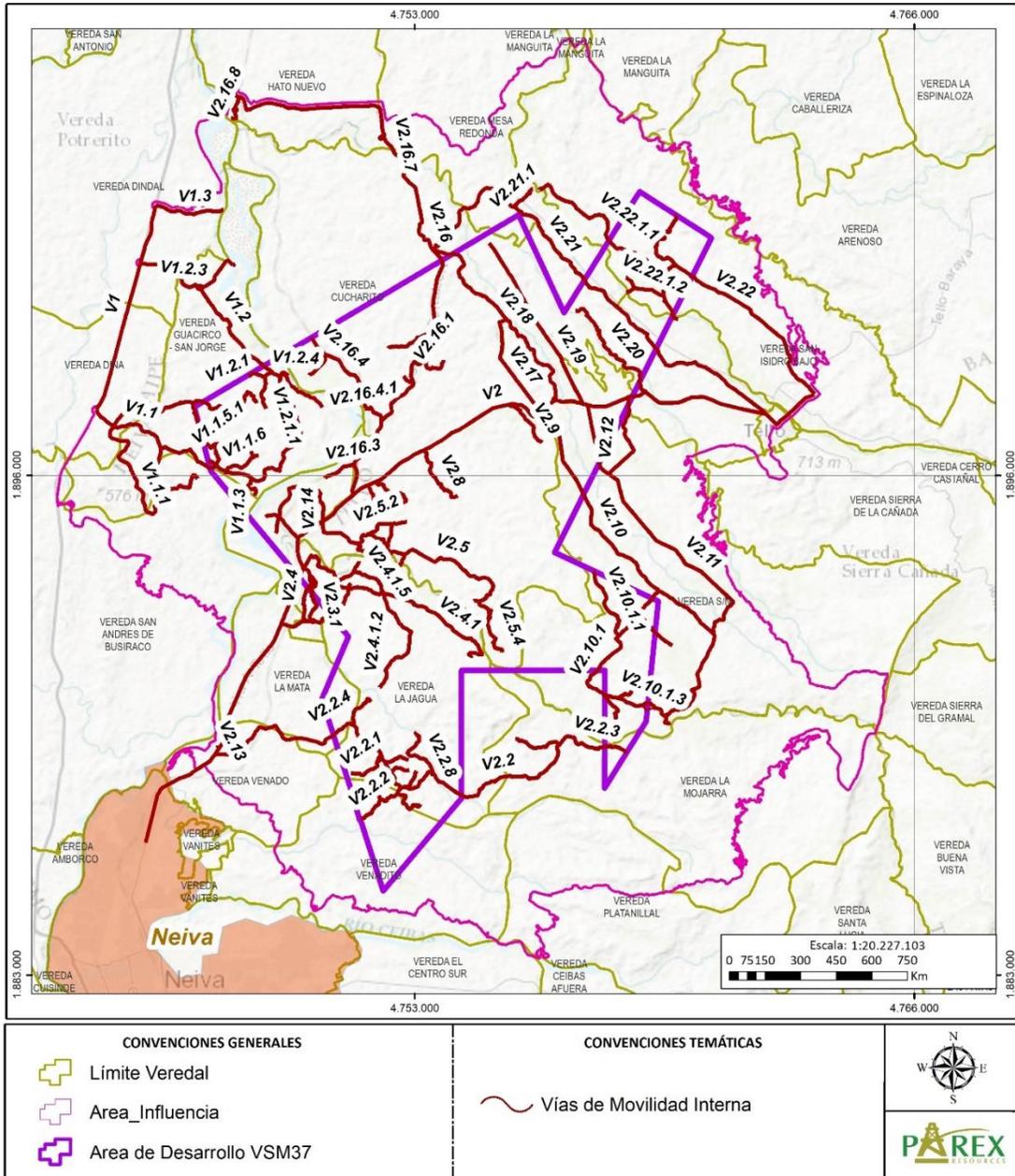


Figura 2-7. Vías de movilidad interna Área de Desarrollo VSM 37

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En la **Tabla 2-9** y **Tabla 2-10** se presenta la clasificación de las vías de acuerdo con INVIAS e IGAC respectivamente.

Tabla 2-9 Clasificación de vías según su funcionalidad – INVIAS

TIPO DE VÍA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Primarias	T-I	Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas.
Secundarias	T-II	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.
Terciarias	T-III	Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.

Fuente: Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Colombia, 2008.

Tabla 2-10 Clasificación de vías según el modelo GEODATABASE – IGAC

TIPO DE VÍA	SIMBOLOGÍA	ESTADO DE LA SUPERFICIE	CARACTERÍSTICAS	SIMBOLOGÍA
Tipo 1	T-1	Pavimentada	Carretera de 2 o más carriles de más de 5,5 metros de ancho.	Transitable todo el año.
Tipo 2	T-2	Pavimentada	Carretera de 2 o más carriles de más de 5,5 metros de ancho.	Transitable todo el año.
Tipo 3	T-3	Pavimentada	Carretera angosta con carriles de 5,5 metros de ancho o menos.	Transitable todo el año.
Tipo 4	T-4	Sin Pavimentar	Carretera angosta con carriles de 5,5 metros de ancho o menos.	Transitable todo el año.
Tipo 5	T-5	Pavimentada	Pavimento con Placa-huella.	Transitable todo el año.
Tipo 6	T-6	Carreteable	Carreteable sin afirmado.	Transitable en tiempo seco.
Tipo 7	T-7	Sin Pavimento ni Afirmado	Senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.	-

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)- GEODATABASE.

Tabla 2-11. Vías de movilidad Área de desarrollo VSM 37

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V1.1.1	Desvío V1.1 K00+641	4745154,17	1897270,82	Kilómetro 05+492	4747342,85	1895927,13	III	Tipo 3-4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+641 de la vía V1.1, se desarrolla con una capa de rodadura en carpeta asfáltica hasta el K04+889 y de este punto en adelante se desarrolla en afirmado, cuenta con señalización vertical, con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plana-montañosa.	4,2 m	5,49
V1.1.2	Desvío V1.1 K02+245	4746383,25	1896726,17	Kilómetro 01+080	4746273,26	1895740,87	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K02+245 de la vía V1.1, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con señalización	4,2 m	1,08

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									vertical, sin obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía montañosa-escarpado.		
V1.1.4	Desvío V1.1 K00+615	4745142,47	1897293,71	Kilómetro 04+914	4748881,92	1897887,80	III	Tipo 4 -6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+615 de la vía V1.1, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K01+052 y luego sobre terreno natural hasta su abscisa final, se extiende sobre una topografía ondulado-escarpado. No cuenta con señalización vertical, ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía.	3 m	4,91

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V1.2.3	Desvío V1.2 K01+924	4747326,55	1900928,74	Kilómetro 01+340	4748267,57	1901483,52	-	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K01+924 de la vía V1.2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carretable, no cuenta con señalización vertical, ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.	3 m	1,34
V1.2.3.1	Desvío V1.2.3 K01+340	4748267,571	1901483,523	Kilómetro 00+050	4748313,066	1901494,404	-	Tipo 6	La vía es continuación de la vía V1.2.3, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carretable, no cuenta con señalización vertical, ni con obras de arte para el manejo de aguas de	3 m	0,05

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									escorrentía y se extiende sobre una topografía plano.		
V1.3	Desvío V1 K05+569	4746265,65	1903038,15	Kilómetro 01+841	4748007,94	1902930,13	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K05+569 de la vía V1, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con señalización vertical, ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-montañoso.	4,5 m	1,84
V2.2.3	Desvío V2.2 K12+111	4756717,46	1888966,62	Kilómetro 02+162	4758502,50	1888761,34	III	Tipo 3	Vía terciaria que parte de un desvío en el K12+111 de la vía V2.2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre carpeta asfáltica hasta el K00+359, en placa huella hasta el	5 m	2,16

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									K00+791 y luego afirmado hasta su abscisa final, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía ondulado-escarpado.		
V2.2.4	Desvío V2.2 K04+375	4751315,50	1889540,75	Kilómetro 01+045	4751861,12	1890113,66	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K04+375 de la vía V2.2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con señalización vertical ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía ondulado-escarpado.	6,6 m	1,04

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V2.2.8	Desvío V2.2 K07+858	4753490,91	1888218,63	Kilómetro 01+687	4753026,48	1889304,31	-	Tipo 4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K07+858 de la vía V2.2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K00+805 y sobre terreno natural carretable hasta su abscisa final. No cuenta con señalización vertical ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía ondulado-escarpado.	2 m	1,69
V2.3	Desvío V2 K07+142	4749527,48	1892144,76	Kilómetro 01+415	4750761,06	1892405,07	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K07+142 de la vía V2.3, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con	2,3 m	1,41

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									señalización vertical ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía montañoso- escarpado.		
V2.3.1	Desvío V2.3 K00+935	4750404,87	1892198,21	Kilómetro 01+190	4750241,86	1893112,46	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+935 de la vía V2.3, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, no cuenta con señalización vertical ni con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía montañoso- escarpado.	2 m	1,19

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V2.4.1	Desvío V2.4 K0+021	4750109,09	1893592,17	Kilómetro 06+594	4754492,72	1891317,72	III	Tipo 4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+021 de la vía V2.4, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K05+246 y sobre terreno natural carretable hasta su abscisa final. No cuenta con señalización vertical, pero si con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	3,3 m	6,63
V2.5	Desvío V2 K10+281	4750605,03	1894809,96	Kilómetro 06+348	4754528,53	1892740,34	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K10+281 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carretable, cuenta con señalización	2,4 m	6,35

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									vertical y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.5.4	Desvío V2.5 K06+179	4754692,95	1892726,75	Kilómetro 01+930	4755266,59	1891393,83	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K06+179 de la vía V2.5, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	2,7 m	1,93
V2.7	Desvío V2 K12+028	4751986,93	1895840,41	Kilómetro 01+571	4752427,42	1895089,61	-	Tipo 4-6	La vía parte de un desvío en el K12+028 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K00+976 y sobre terreno natural	3,2 m	1,57

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									carreteable hasta su abscisa final, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.		
V2.8	Desvío V2 K13+518	4753219,85	1896657,88	Kilómetro 01+809	4754115,60	1895477,32	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K13+518 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-montañoso.	3,3 m	1,81

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V2.9	Desvío V2 K16+086	4755464,85	1897850,35	Kilómetro 01+427	4756317,32	1896861,81	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K16+086 de la vía V2.9, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía ondulado-escarpado.	1,6 m	1,43
V2.10	Desvío V2 K16+923	4756162,90	1897575,31	Kilómetro 07+812	4760788,02	1891863,35	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K16+923 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con señalización vertical y obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una	4,5 m	7,81

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									topografía ondulada.		
V2.10.1	Desvío V2.10 K05+913	4759332,23	1893005,29	Kilómetro 04+729	4758212,92	1889650,35	III	Tipo 4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K05+913 de la vía V2.10, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía semi ondulada.	3,9 m	4,73
V2.10.1.2	Desvío V2.10.1 K00+756	4758846,20	1892447,23	Kilómetro 01+236	4759703,41	1891579,77	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+756 de la vía V2.10.1, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una	4,2 m	1,24

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									topografía plano-ondulado.		
V2.10.1.3	Desvío V2.10.1 K03+860	4757933,60	1890301,07	Kilómetro 02+304	4759661,88	1889560,90	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K03+860 de la vía V2.10.1, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	2,9 m	2,30
V2.11	Desvío V2 K18+412	4757497,56	1897841,24	Kilómetro 10+699	4759584,29	1889778,39	III	Tipo 4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K18+412 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K08+868 y sobre terreno natural carreteable hasta su abscisa final, cuenta	4,2 m	10,70

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.12	Desvío V2 K19+539	4758572,47	1898047,02	Kilómetro 02+427	4758047,99	1896043,92	III	Tipo 4-6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K19+539 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K01+833 y sobre terreno natural carretable hasta su abscisa final, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.	3,2 m	2,43
V2.14	Desvío V2 K09+494	4749967,59	1894361,53	Kilómetro 01+910	4750016,39	1895750,57	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K09+494 de la	3 m	1,91

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-montañoso.		
V2.14.1	Desvío V2.14 K00+759	4749474,51	1894927,48	Kilómetro 00+387	4749111,43	1894922,71	-	Tipo 4	La vía parte de un desvío en el K00+759 de la vía V2.14, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.	4,05 m	0,39

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V2.15	Desvío V2 K10+281	4750605,03	1894809,96	Kilómetro 00+903	4750487,43	1895653,75	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K10+281 de la vía V2. La vía se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plano-montañoso.	4,5 m	0,90
V2.16	Desvío V2 K11+358	4751410,03	1895511,91	Kilómetro 16+412	4748298,54	1906124,99	III	Tipo 3	Vía secundaria que parte de un desvío en el K11+358 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre carpeta asfáltica hasta el K12+110, luego en afirmado hasta el K12+593 y nuevamente sobre carpeta asfáltica desde este punto hasta su abscisa	7,8 m	16,41

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									final. Cuenta con señalización vertical y obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.16.1	V2.16 K04+252	4752988,30	1898968,93	Kilómetro 01+167	4753746,71	1899006,41	-	Tipo 4-6	La vía parte de un desvío en el K04+252 de la vía V2.16, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado hasta el K00+457 y luego sobre terreno natural carretable hasta su abscisa final, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.	2,1 m	1,17

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
V2.16.3	Desvío V2.16 K00+767	4751438,30	1896241,34	Kilómetro 00+895	4750669,67	1895939,24	III	Tipo 6	La vía parte de un desvío en el K00+767 de la vía V2.16. La vía se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carretable, no cuenta con señalización vertical ni obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plano-ondulado.	2,3 m	0,90
V2.16.4	Desvío V2.16 K02+254	4752123,78	1897407,18	Kilómetro 03+141	4750311,99	1899595,42	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K02+254 de la vía V2.16, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una	3,2 m	3,14

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									topografía plano- montañoso.		
V2.16.4.2	Desvío V2.16.4 K01+555	4750520,27	1899247,58	Kilómetro 00+865	4750252,87	1898619,02	-	Tipo 4	La vía parte de un desvío en el K01+555 de la vía V2.16.4, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano- ondulado.	4,1 m	0,87
V2.17	Desvío V2 K16+923	4756162,90	1897575,31	Kilómetro 02+939	4755389,51	1900066,47	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K16+923 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una	3,5 m	2,94

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									topografía plano- montañoso.		
V2.18	Desvío V2 K17+529	4756634,43	1897955,01	Kilómetro 06+045	4753469,50	1901880,08	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K17+529 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se extiende sobre una topografía plano- escarpado.	3,9 m	6,04
V2.19	Desvío V2 K18+278	4757367,69	1897873,75	Kilómetro 04+862	4754933,51	1902051,36	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K18+278 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se	3,9 m	4,86

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.20	Desvío V2 K20+017	4759022,82	1898159,50	Kilómetro 03+401	4757180,99	1900296,48	III	Tipo 6	Vía terciaria que parte de un desvío en el K20+017 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	3 m	3,40
V2.21	Desvío V2 K23+275	4762101,38	1897613,55	Kilómetro 12+441	4753489,81	1901885,26	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K23+275 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de	3,2 m	12,44

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.22	Desvío V2 K24+980	4763393,19	1898122,17	Kilómetro 07+300	4759790,60	1902790,75	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K24+980 de la vía V2, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	3,3 m	7,33
V2.22.1	Desvío V2.22 K05+178	4759799,08	1901471,27	Kilómetro 01+186	4759456,94	1900578,87	-	Tipo 6	La vía parte de un desvío en el K05+178 de la vía V2.22, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se	4,4 m	1,19

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.22.1.1	Desvío V2.22.1 K00+533	4759514,33	1901092,84	Kilómetro 04+420	4756490,95	1903586,27	III	Tipo 4	Vía terciaria que parte de un desvío en el K00+533 de la vía V2.22.1, se desarrolla con una capa de rodadura en afirmado, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	3,9 m	4,42
V2.22.1.2	Desvío V2.22.1 K00+981	4759477,36	1900689,10	Kilómetro 01+173	4758494,08	1901156,70	-	Tipo 6	La vía parte de un desvío en el K00+981 de la vía V2.22.1, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carreteable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, y se	4,3 m	1,17

VÍA ACCESO	INICIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FIN Revisión (Longitud)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO	ANCHO BANCA	LONGITUD (km)
		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE					
									extiende sobre una topografía plano-escarpado.		
V2.22.1.3	Desvío V2.22.1 K01+127	4759506,85	1900553,46	Kilómetro 00+281	4759671,73	1900327,58	-	Tipo 6	La vía parte de un desvío en el K01+127 de la vía V2.22.1, se desarrolla con una capa de rodadura sobre terreno natural carretable, cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se extiende sobre una topografía plano-escarpado.	2,8 m	0,28

*El detalle y la descripción de las vías se presenta en el Anexo 21. Descripción de vías
Fuente: ASI S.A.S., 2023.*

2.2.2.1.1 Caracterización del flujo vehicular

Una vez realizada la inspección a la zona de influencia del proyecto, e identificadas las vías de interés, se determinaron de forma estratégica los puntos para levantar la información, la cual se realizó durante dos (2) días aforos vehiculares de la siguiente manera: un (1) día no hábil (Domingo 20 de noviembre) y un (1) día hábil (lunes 21 de noviembre de 2022), el tiempo requerido para los registros y el método para la recolección de los datos. Los puntos establecidos para la toma de información se presentan en la **Figura 2-8** y en la **Tabla 2-12**.

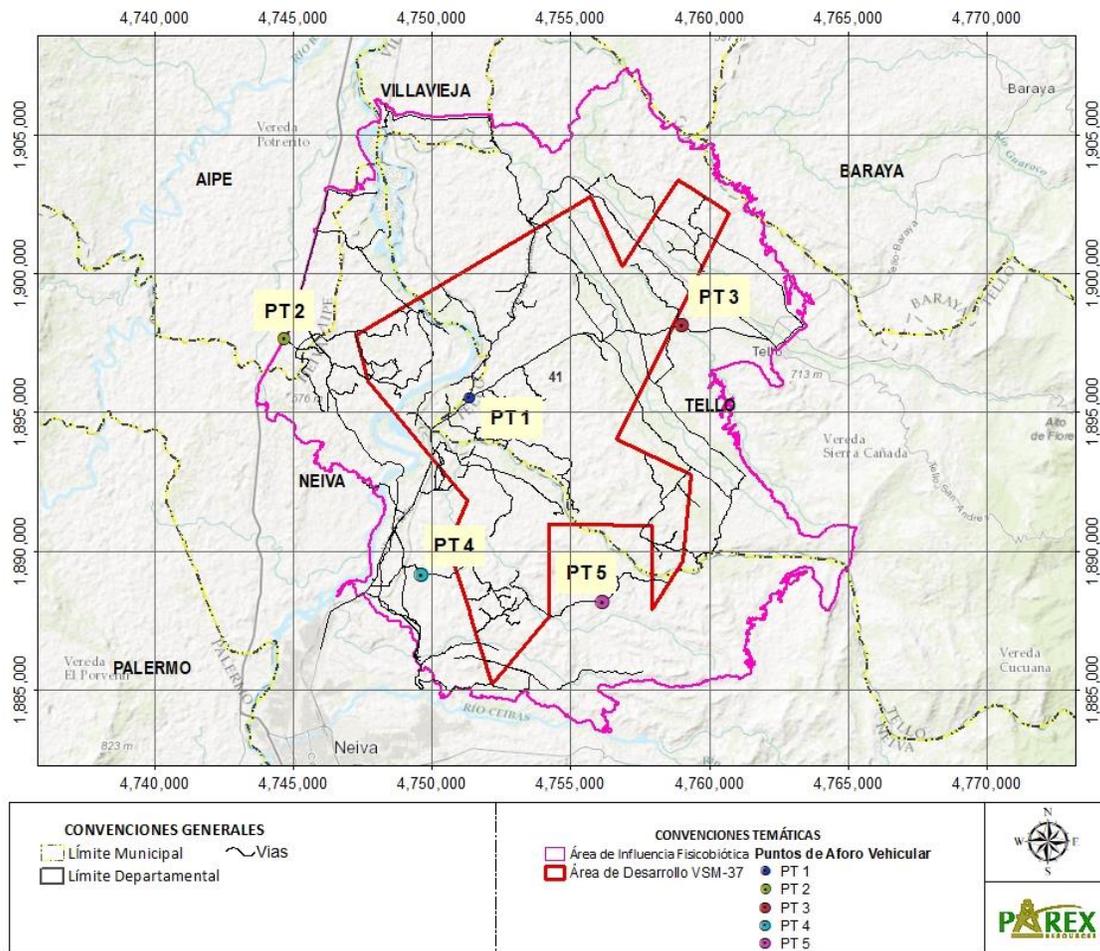


Figura 2-8. Localización de puntos de aforo.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-12. Localización de los puntos de aforo.

PUNTO AFORO	MUNICIPIO	COORDENADAS MAGNA ORIGEN NACIONAL		PERIODO DE AFORO
		ESTE	NORTE	
Punto tráfico 1	Tello	4751402,64	1895522,29	24 horas (día hábil y no hábil)
Punto tráfico 2	Aipe	4744685,98	1897655,50	24 horas (día hábil y no hábil)
Punto tráfico 3	Tello	4759053,57	1898134,35	24 horas (día hábil y no hábil)
Punto tráfico 4	Neiva	4749649,83	1889126,29	24 horas (día hábil y no hábil)

PUNTO AFORO	MUNICIPIO	COORDENADAS MAGNA ORIGEN NACIONAL		PERIODO DE AFORO
		ESTE	NORTE	
Punto tráfico 5	Neiva	4756169,47	1888138,27	24 horas (día hábil y no hábil)

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.1.1.1 Recolección de Información

La metodología empleada para la recolección de la información consistió en realizar un aforo vehicular en el horario comprendido entre las 6:00 am y las 6:00 pm (24 horas) durante un día hábil y un día no hábil; los aforos se realizaron cada hora y se discriminaron los vehículos según su tipo, como se muestra en la **Tabla 2-13**.

Tabla 2-13. Clasificación de vehículos.

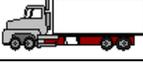
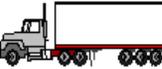
CONFIGURACIÓN	ID	ESQUEMA	CRITERIO DE DISCRIMINACIÓN
CATEGORIA I	MOTOS		Vehículo de dos ruedas, impulsado por motor.
	LIVIANOS		Vehículos livianos de 4 ruedas (2 ejes). Asociados en su mayoría en la zona a camionetas doble cabina con platón que son contratadas para prestar el servicio de transporte.
CATEGORIA II	BUSES		Vehículos de dos ejes incluidos buses y busetas.
	C2P		Camión de dos ejes pequeño.
	C2G		Camión de dos ejes grande. Principalmente volquetas para el transporte de animales o conectados a remolques para el transporte de palma.
CATEGORIA III	C3		Camión rígido de tres ejes. Representados en la zona por vehículos de carga como volquetas, algunas de estas conectadas a remolques.
	C4		Tractocamión con cuatro ejes en total.
CATEGORIA IV	C5		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes. En la zona predominan en esta categoría los carrotanques empleados para el transporte de hidrocarburos.
CATEGORIA V	C6		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes. Vehículos representados por carrotanques de transporte de hidrocarburos.



Figura 2-10. Movimientos aforados.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-14. Nomenclatura de los movimientos vehiculares.

MOVIMIENTO	CODIGO
Directo	1
Giro a la izquierda	2
Giro a la derecha	3

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Una vez registrada la información para cada uno de los aforos realizados, se conformaron las correspondientes bases de datos para el procesamiento de la información, a partir de las cuales fue posible identificar el comportamiento del tráfico actual en cada uno de los puntos de registro. El Tránsito Promedio Diario representa el número promedio de vehículos que transitan por una vía determinada en un periodo de tiempo igual a un día, para calcularlo, se realiza un promedio del volumen vehicular para cada punto, teniendo en cuenta los dos días registrados.

2.2.2.1.1.3 Cálculos de tránsito promedio diario

2.2.2.1.1.3.1 V2 (Punto de Aforo 1)

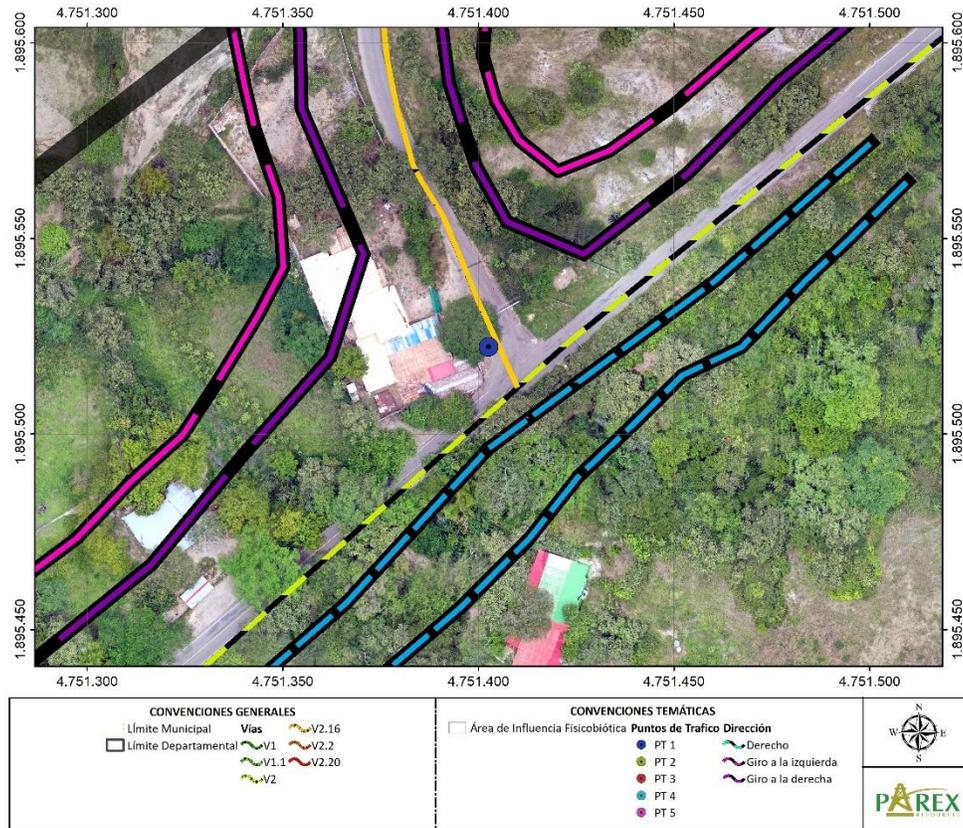


Figura 2-11. Localización Vía de acceso V2 Punto de Aforo 1.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2 (Día Hábil)**

En la **Tabla 2-15** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-15 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2(Día Hábil).

Punto De Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-1	Tello	1	847	350	33	27	30	3	0	0	0	1290
	Fortalecilla	1	822	375	50	28	32	2	0	0	1	1310
	Fortalecilla	2	345	204	18	14	12	1	0	5	1	600
	Villavieja	3	379	211	21	13	11	1	0	3	1	640
	Villavieja	2	34	5	0	2	0	0	0	0	0	41
	Tello	3	31	9	0	1	0	0	0	0	0	41
Total			2458	1154	122	85	85	7	0	8	3	3922

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución vehicular durante la toma de información, los vehículos que transitan en mayor proporción por la vía de acceso V2 en un día hábil es la categoría de motos con un 62,7%, seguido por los vehículos livianos con un 29,4%, en menor porcentaje se encuentran las categorías de buses con un 3,1% C2P y C2G con un 2,2% para ambos casos y el menor con un 0% para C4 (**Figura 2-12**).

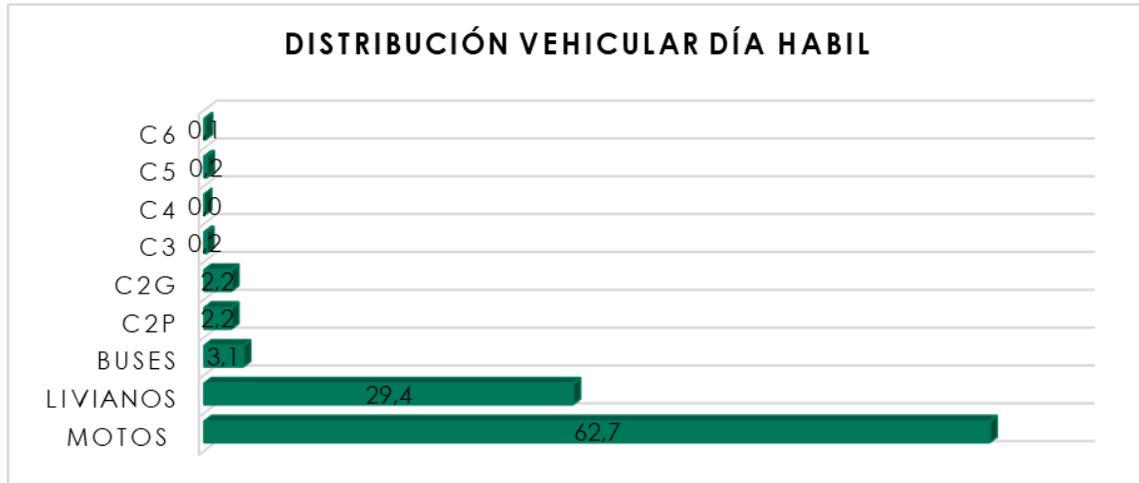


Figura 2-12. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se observa en la **Figura 2-13** la vía de acceso V2 presentó cambios en el flujo vehicular durante la toma de información, a las 4:00 pm el mayor aporte vehicular con 351 vehículos y, por el contrario, las horas de menor aporte vehicular fueron entre las 8:00 pm y 4:00 am con hasta 0 vehículos para el caso de las 3:00 am.

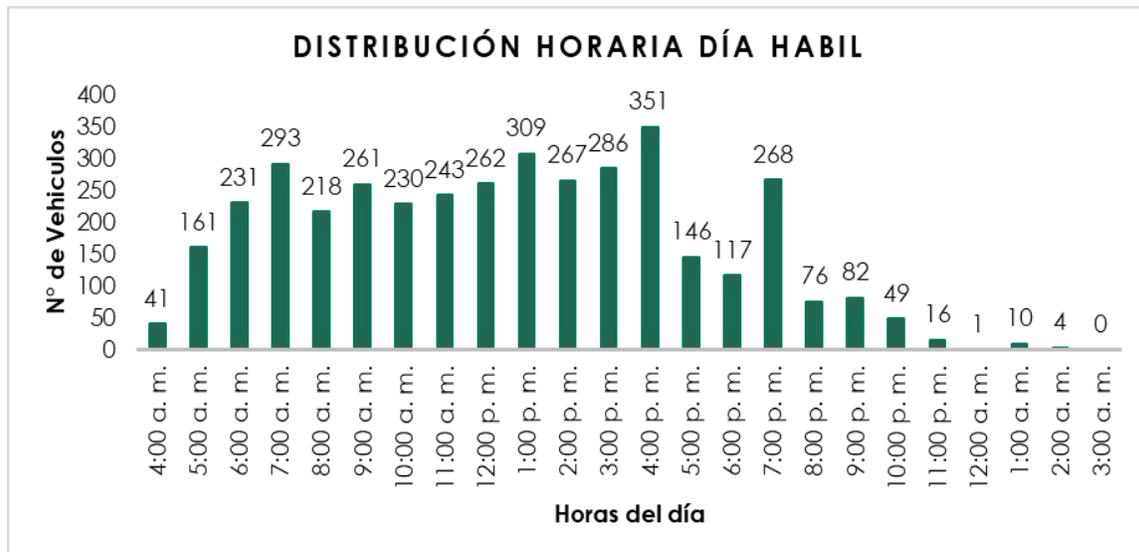


Figura 2-13. Distribución horaria de la vía de acceso V2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2 (Día No Hábil)**

En la **Tabla 2-16** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-16 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día No Hábil).

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-1	Tello	1	758	399	34	15	7	0	0	0	0	1213
	Fortalecilla	1	622	327	27	14	16	3	0	0	1	1010
	Fortalecilla	2	556	316	10	8	3	1	0	0	0	894
	Villavieja	3	490	294	25	4	3	0	0	0	0	816
	Villavieja	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Tello	3	40	15	1	0	0	0	0	0	0	56
Total			2472	1351	97	41	29	4	0	0	1	3995

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución vehicular durante la toma de información, en la **Figura 2-14** se demuestra que los vehículos que transitan en mayor proporción por la V2 en un día no hábil son las motos con un 83,9%, los vehículos livianos con un 33,8%, las categorías de buses con un 2,4%, C2P y C2G con un 1,7% y 0,7% respectiva y finalmente las categorías de C3, C4, C5 y C6 con un 0%.

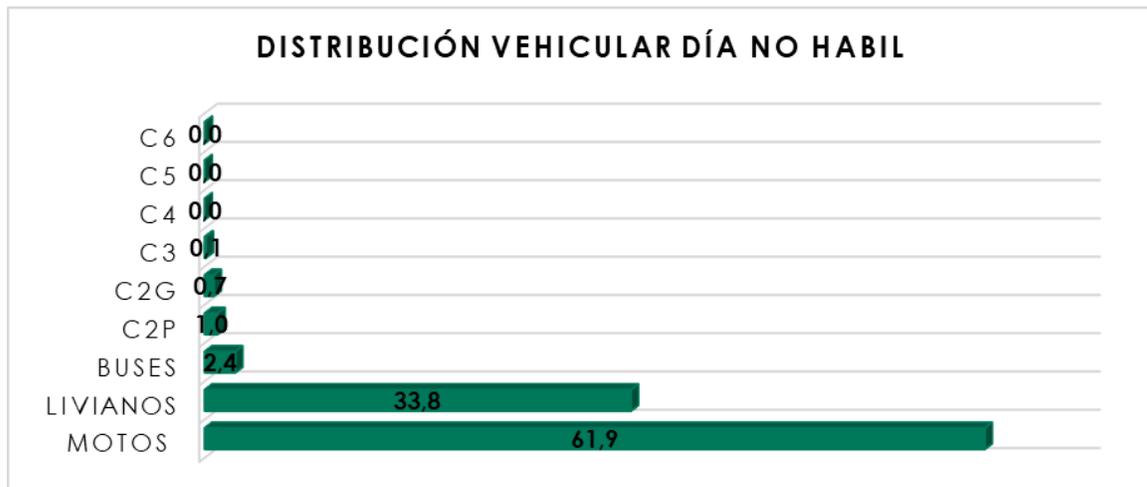


Figura 2-14. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se observa en la **Figura 2-15** la vía de acceso V2, se presentaron cambios significativos en el flujo vehicular durante el registro de información, en donde las horas pico o de mayor tránsito están comprendidas entre las 3:00pm y 5:00 pm con un máximo de 131 vehículos; por el contrario las horas de menor tránsito vehicular se presentan entre las 6:00 am a las 8:00 am al iniciar el aforo y las 7:00 pm a 5:00 am con un valor mínimo de 0 vehículos a la 1:00am.

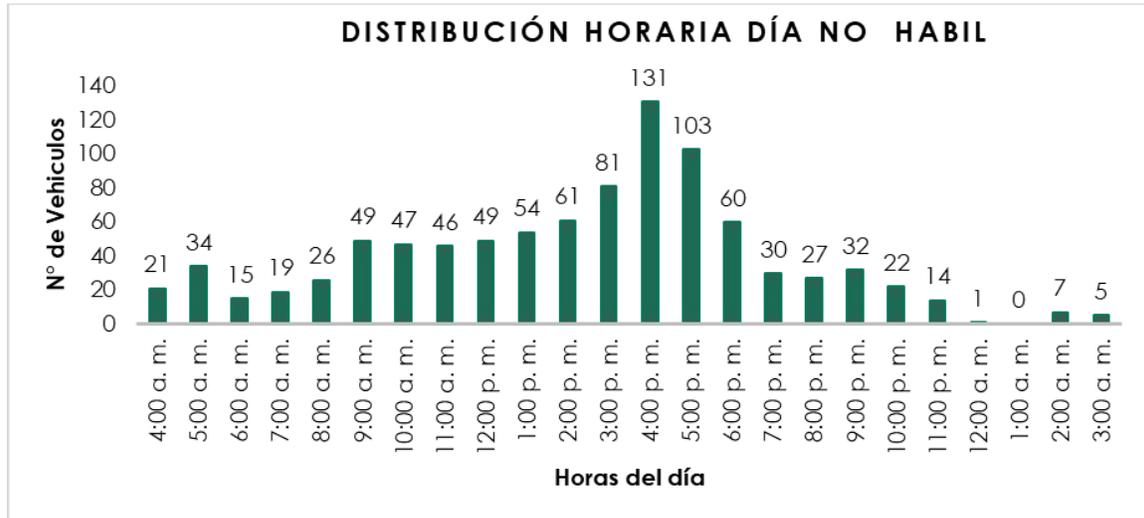


Figura 2-15. Distribución horaria de la vía de acceso V2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Transito Promedio Diario (TPD) de la vía de acceso V2.**

En la **Tabla 2-17** se puede observar el transito promedio diario (TPD) para la vía de acceso V2, en donde las motos representan el mayor porcentaje de participación en el total con un 62,4%, seguidas de los vehículos livianos con un 30,5%, la categoría de buses con 3,1%, y las demás categorías con menores porcentajes, siendo la menor C4 con un valor del 0%.

Tabla 2-17 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2

CATEGORÍA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Cantidad	1516	740	75	46	44	4	0	4	2	2428
Porcentaje %	62,4	30,5	3,1	1,9	1,8	0,1	0,0	0,2	0,1	100,0

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.1.1.3.2 V1 (Punto de Aforo 2)

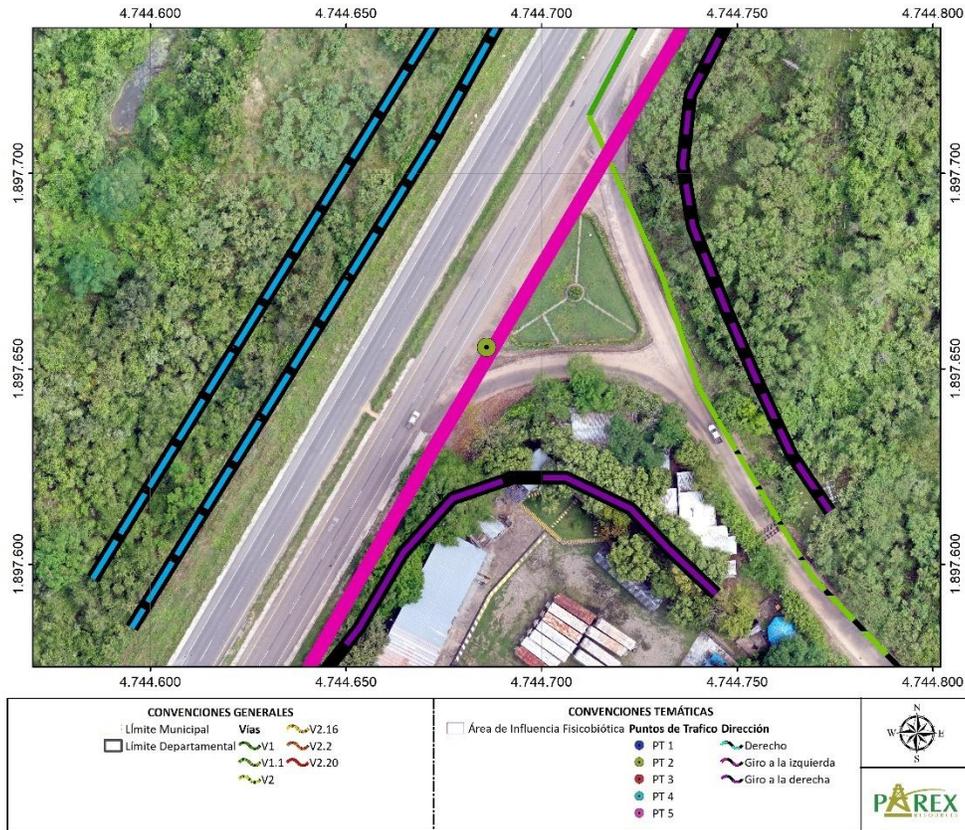


Figura 2-16. Localización Vía de Acceso V1 Punto de Aforo 2

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V1 (Día Hábil)**

En la **Tabla 2-18** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-18 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V1 (Día Hábil).

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-2	Bogota	1	1170	1633	303	340	261	110	25	28	236	4106
	Neiva	1	1108	1537	264	321	207	88	17	29	179	3750
	Bateria Cebu	3	56	33	3	2	0	6	1	1	1	103
	Neiva	3	173	193	20	21	1	12	1	1	1	423
Total			2507	3396	590	684	469	216	44	59	417	8382

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La **Figura 2-17** relaciona la distribución vehicular porcentual en la vía V1 donde la categoría livianos presenta el porcentaje más alto con un 40,5%, seguida por la categoría de motos 29,9% y los vehículos C2P con un 8,2%, mientras que la categoría más baja fue C4 con un 0,5%.

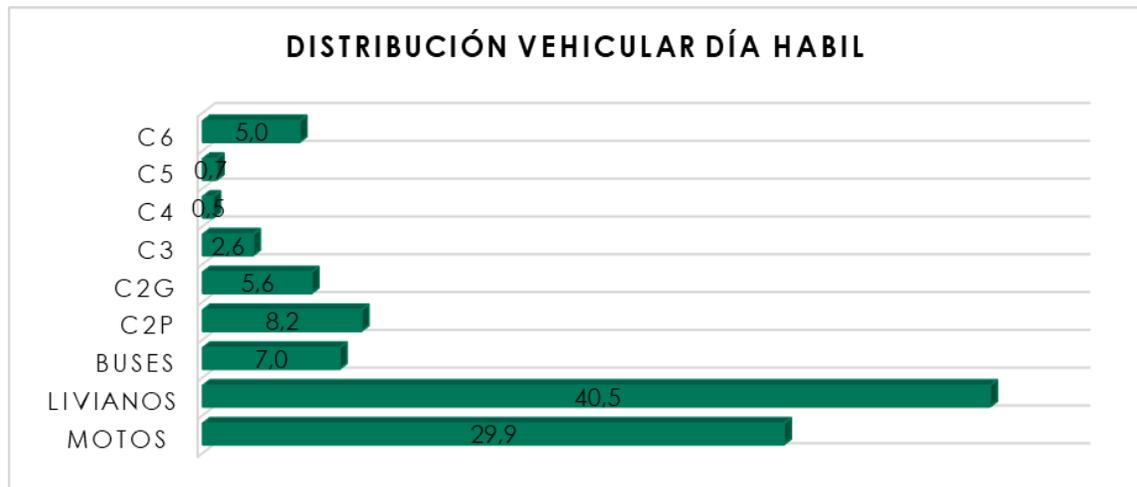


Figura 2-17. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V1 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La distribución por horas en este punto de aforo (Aforo-2) para la vía V1 se muestra en la **Figura 2-18**, donde el mayor flujo vehicular se presenta a las 11:00 am con 596 vehículos, mientras que la hora de menor flujo vehicular fue a las 2:00 am con 32.

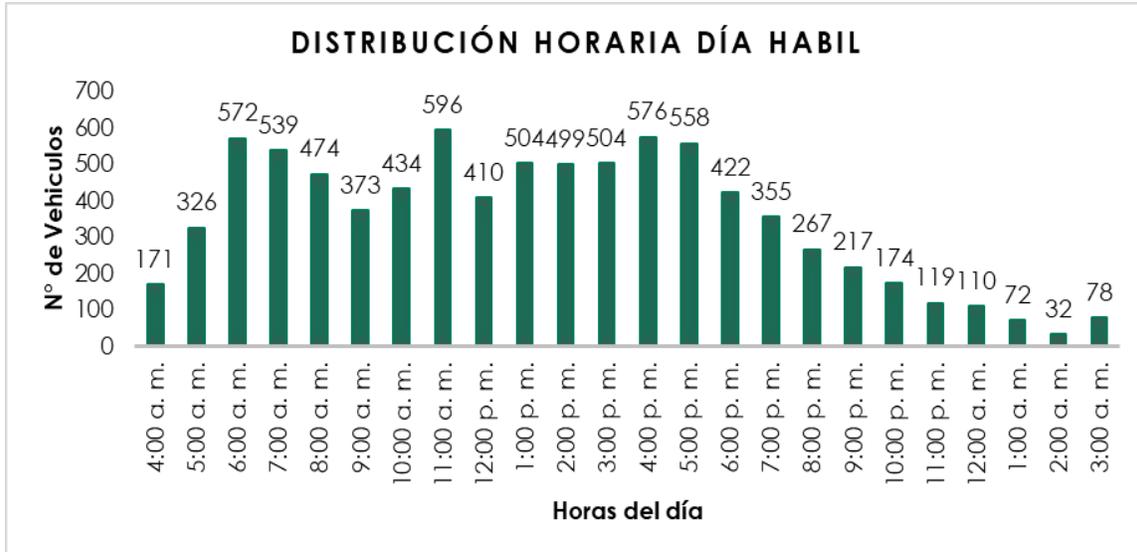


Figura 2-18. Distribución horaria de la vía V1 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto V1 (Día No Hábil)**

En la **Tabla 2-19** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-19 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V1 (Día No Hábil).

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-2	Bogota	1	1031	1354	219	200	136	76	13	21	119	3169
	Neiva	1	1114	1517	244	266	87	77	9	7	112	3433
	Batería Cebu	3	66	48	3	0	0	2	0	0	1	120
	Neiva	3	131	128	4	11	0	3	1	0	1	279
Total			2342	3047	470	477	223	158	23	28	233	7001

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La **Figura 2-19** relaciona la distribución vehicular porcentual en la vía V1 donde la categoría livianos presentó el porcentaje más alto con un 43,5%, seguida por la categoría de motos 33,5%, mientras que, la categoría que tuvo menos representatividad fue C5 con un 0,4%.

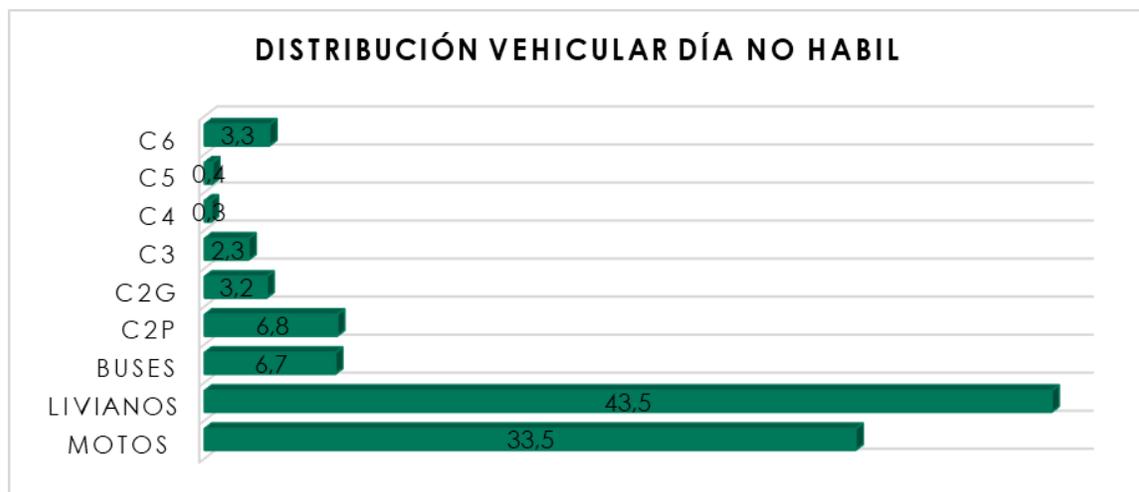


Figura 2-19. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V1 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La distribución por horas en este punto de aforo (Aforo-2) para la vía V1 se muestra en la **Figura 2-20**, donde los mayores flujos vehiculares se presentaron a las 5:00 pm con un total de 492 vehículos, mientras que la hora de menor flujo vehicular fue a las 11:00 pm con 51 vehículos.

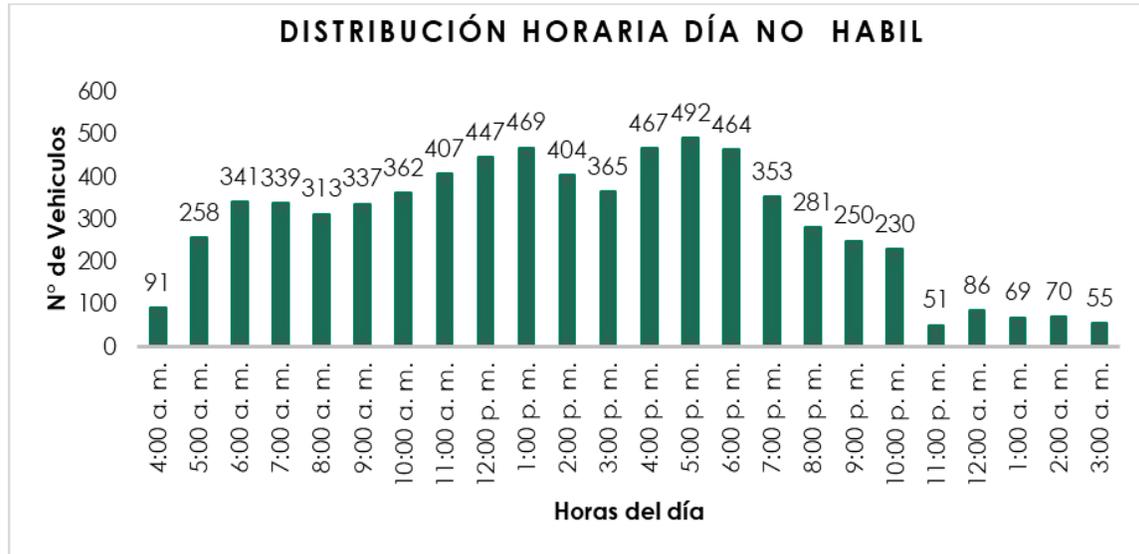


Figura 2-20. Distribución horaria de la vía de acceso V1 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Transito Promedio Diario (TPD) de la vía de acceso V1**

En la **Tabla 2-20** se puede observar el transito promedio diario (TPD) para la vía de acceso V1, en donde la Categoría Livianos representa el mayor porcentaje de participación del total con un 41,9%, seguido por las motos con un 31,5%, y el menor porcentaje de participación con las categorías C4 y C5 con un 0,4% y 0,6%, respectivamente.

Tabla 2-20 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V1

CATEGORÍA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Cantidad	2425	3222	530	581	346	187	34	44	325	7692
Porcentaje %	31,5	41,9	6,9	7,5	4,5	2,4	0,4	0,6	4,2	100,0

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.1.1.3.3 V2 (Punto de Aforo 3)

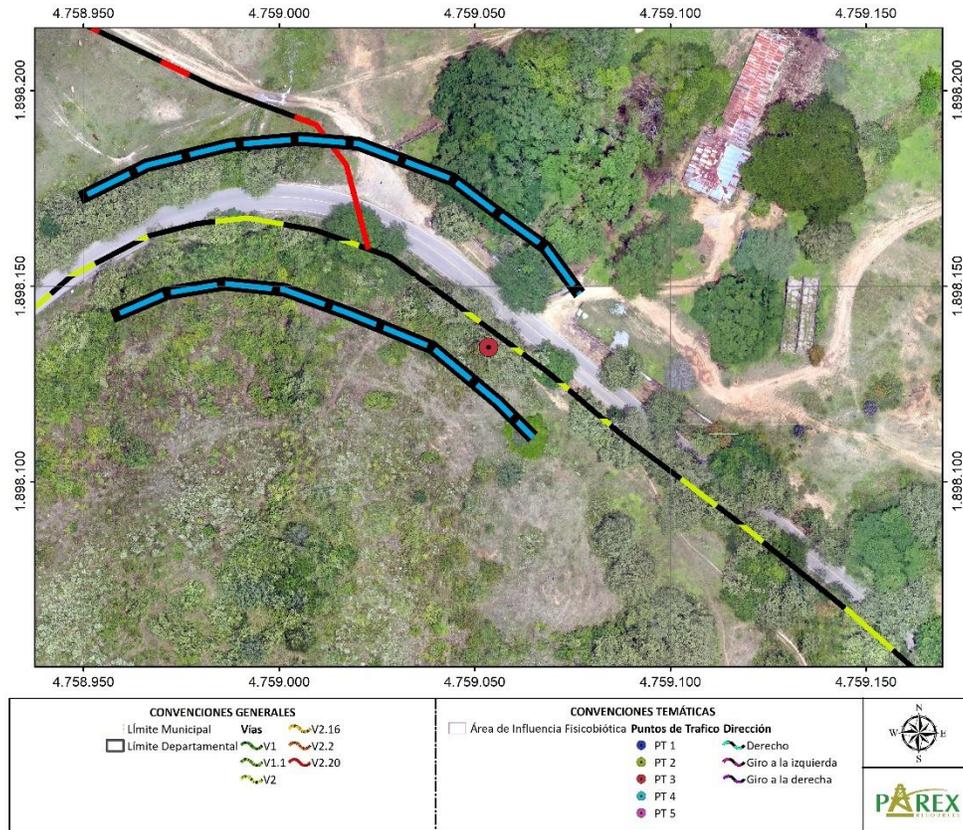


Figura 2-21. Localización Vía de acceso V2 Punto de Aforo 3.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2 (Día Hábil)**

En la **Tabla 2-21** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-21 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día Hábil).

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-3	Neiva	1	871	422	34	26	33	0	0	0	0	1386
	Tello	1	904	433	32	18	39	0	0	1	0	1427
Total			1775	855	66	44	72	0	0	1	0	2813

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución vehicular durante la toma de información, los vehículos que transitan en mayor proporción por el punto de aforo en un día hábil son de la categoría de motos con un 63,1%, seguido por los vehículos livianos con un 30,4%, en menor porcentaje se encuentran las categorías C2G con un 2,6%, buses con un 2,3% y C2P con un 1,6%, finalmente las categorías C3, C4, C5 y C6 se sitúan con un porcentaje de 0% cada uno (**Figura 2-22**).

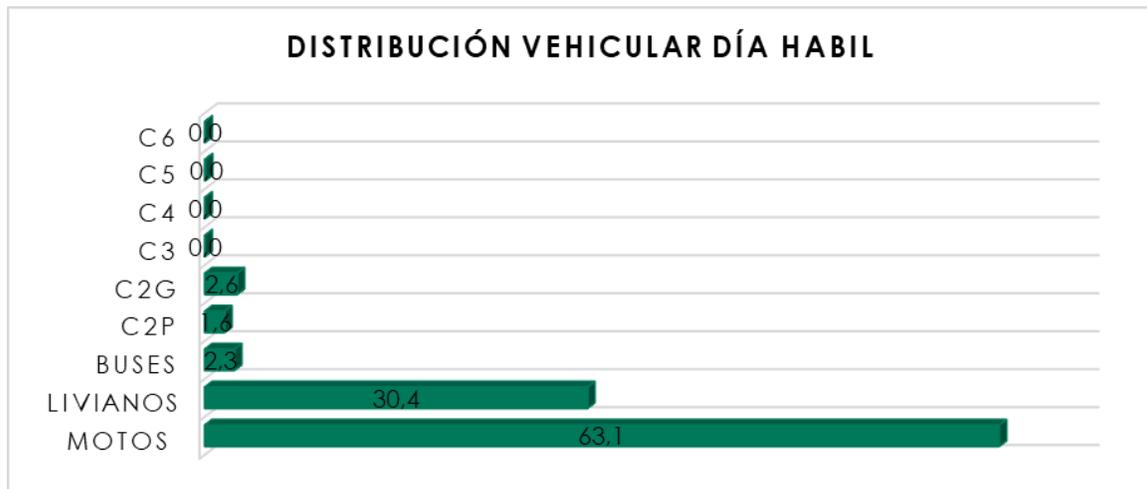


Figura 2-22. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se observa en la **Figura 2-23** la vía de acceso V2 presentó cambios en el flujo vehicular durante la toma de información, presentando valores máximos para el punto de aforo 3 a las 6:00 pm con 250 vehículos, por el contrario, las horas de menor aporte vehicular fueron entre las 11:00 pm y 4:00 am con un mínimo de 0 vehículos a las 3:00 am.

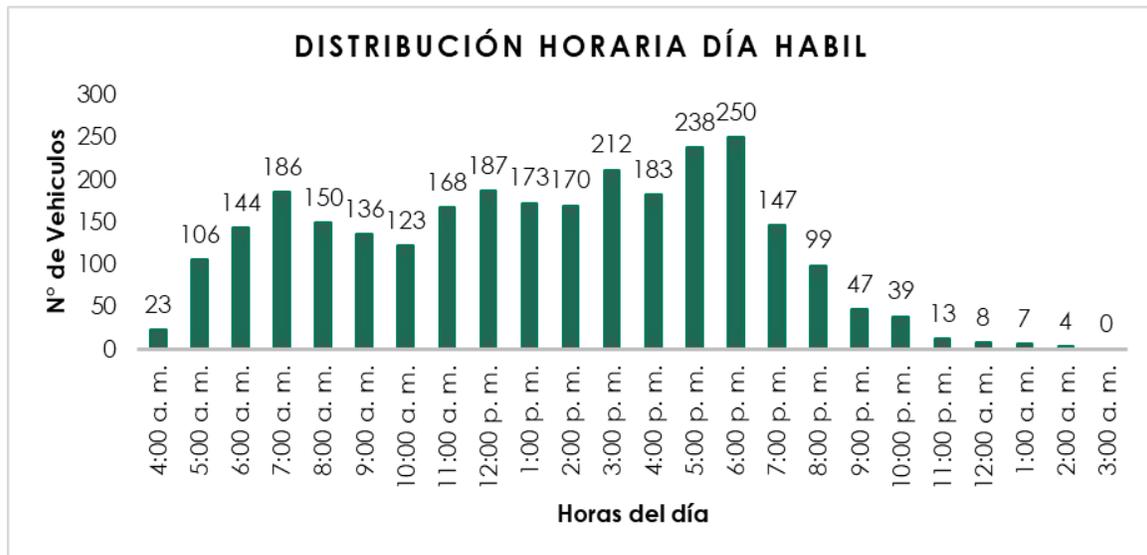


Figura 2-23. Distribución horaria de la vía de acceso V2(Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2(Día No Hábil)**

En la **Tabla 2-22** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-22 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2 (Día No Hábil)

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-3	Neiva	1	770	351	19	12	10	0	0	0	0	1162
	Tello	1	911	479	25	20	14	1	0	0	0	1450
Total			1681	830	44	32	24	1	0	0	0	2612

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución vehicular durante la toma de información, en la **Figura 2-24** se demuestra que los vehículos que transitan en mayor proporción por la V2 en un día no hábil son las motos con un 64,4%, junto con los vehículos livianos con un 31,8%, mientras que las categorías C3, C4, C5 y C6 no presentan circulación vehicular, estableciendo un valor del 0%.

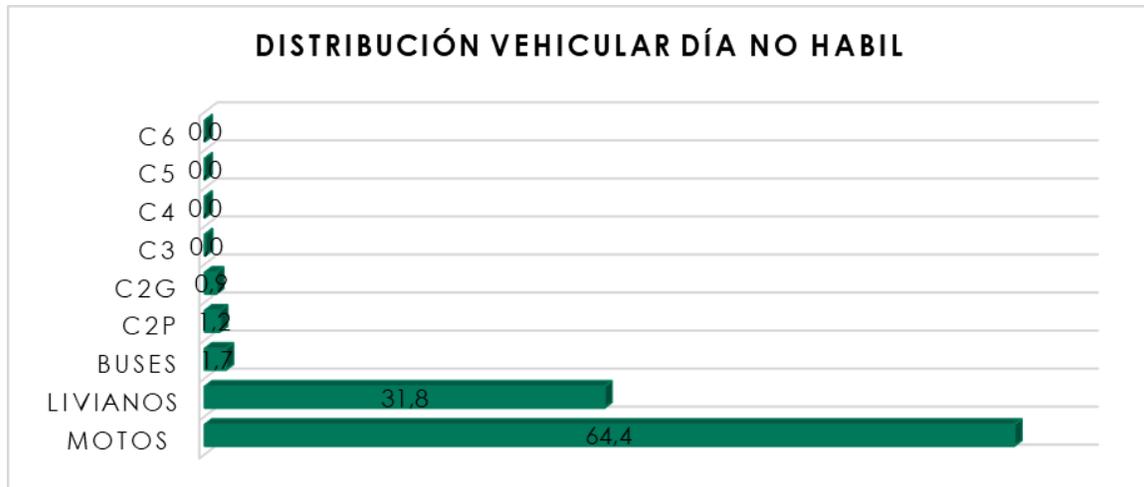


Figura 2-24. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2(Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se observa en la **Figura 2-25** la vía de acceso V2, se presentaron cambios significativos en el flujo vehicular durante la toma de información, en donde las horas pico se presenta desde las 3:00 pm hasta las 7:00 pm con un máximo de 238 vehículos a las 5:00 pm, por otro lado, la hora de menor aporte vehicular está comprendida entre las 9:00 pm y 4:00 am con un mínimo de 10 vehículos a las 2 am vehículos.

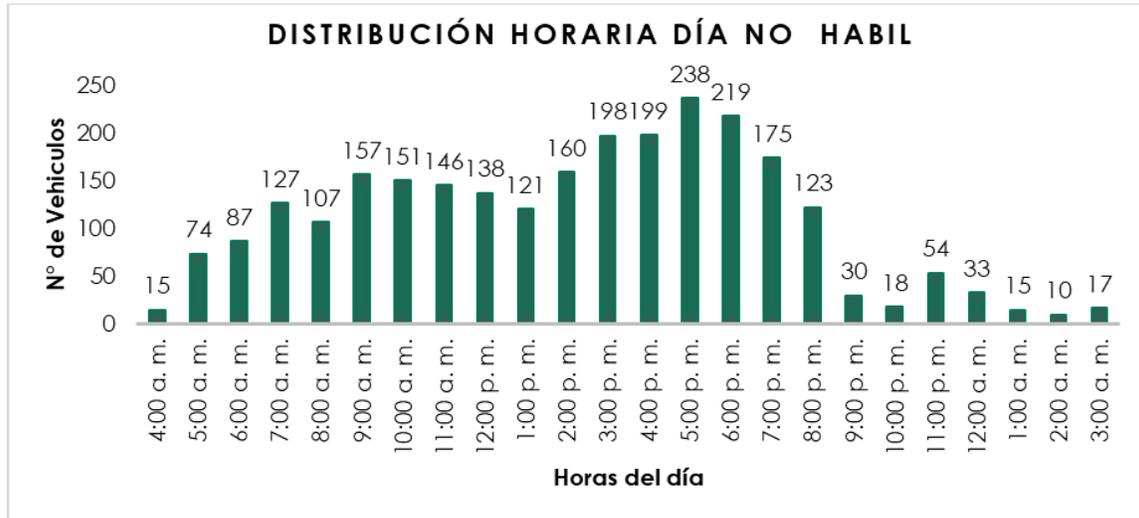


Figura 2-25. Distribución horaria de la vía de acceso V2(Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Transito Promedio Diario (TPD) de la vía de acceso – V2**

En la **Tabla 2-23** se puede observar el transito promedio diario (TPD) para la vía de acceso V2, en donde las motos representan el mayor porcentaje de participación del total con un 63,7%, seguidas por los vehículos livianos con un 31,1% y los buses con un 2,0%, las categorías que fueron menos representativas son C3, C4, C5 Y C6 con un valor del 0%.

Tabla 2-23 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.

CATEGORÍA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Cantidad	1728	843	55	38	48	1	0	1	0	2713
Porcentaje %	63,7	31,1	2,0	1,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.1.1.3.4 V2.2 (Punto de Aforo 4)

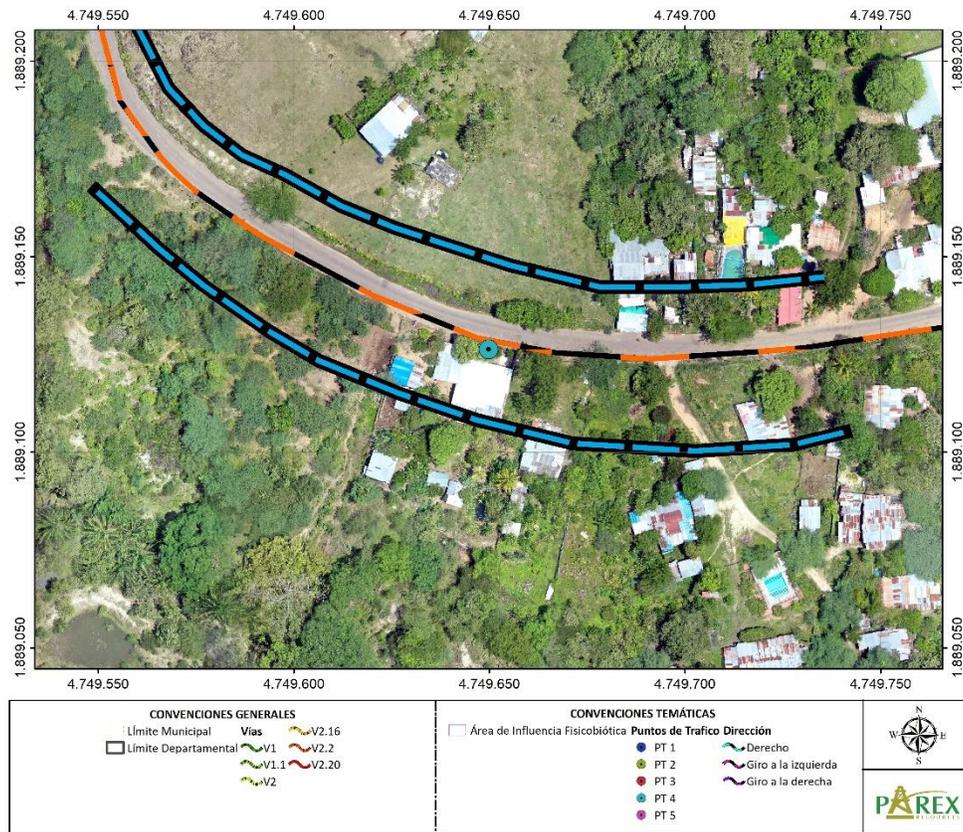


Figura 2-26. Localización Vía de acceso V2.2 Punto de Aforo 4.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – VA-2.2 (Día Hábil)**

En la **Tabla 2-24** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-24 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día Hábil)

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-4	Oeste	1	123	57	0	1	43	41	0	2	0	267
	Este	1	129	55	0	5	37	39	0	0	0	265
Total			252	112	0	6	80	80	0	2	0	532

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En la **Figura 2-27** se muestran los porcentajes de distribución vehicular para un día hábil donde los vehículos de categoría moto tiene la mayor afluencia con un 37,4%, seguidos por los vehículos livianos un 21,1%, la categoría C2G y C3 con un 25% para ambos casos, mientras que para las categorías buses, C4 y C6 se presentan los menores valores con un 0%.

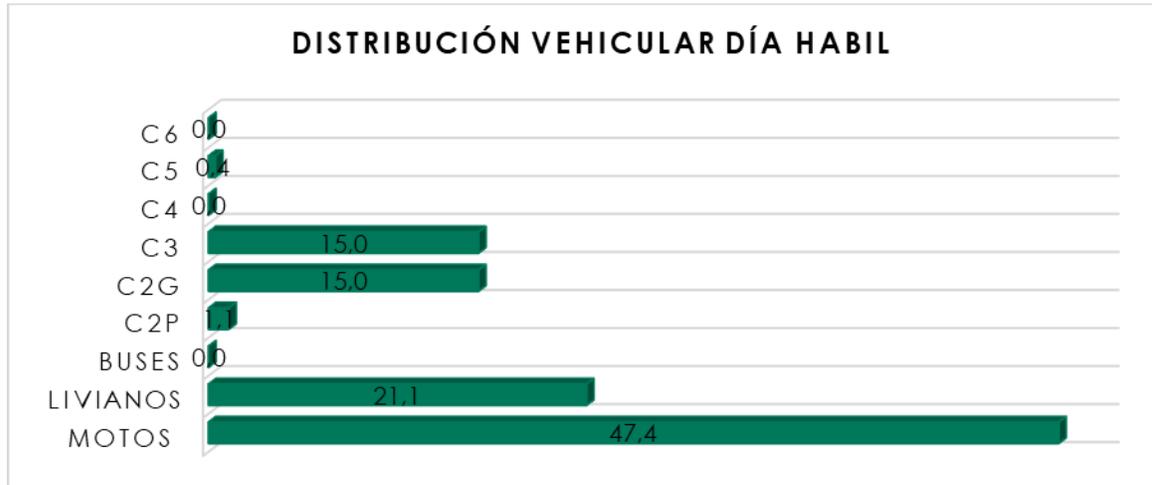


Figura 2-27. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Los mayores flujos vehiculares se presentaron a las 3:00 pm con 48 vehículos, mientras que los menores flujos vehiculares se presentaron a las 3:00 am con 1 vehículo como se aprecia en la **Figura 2-28**.

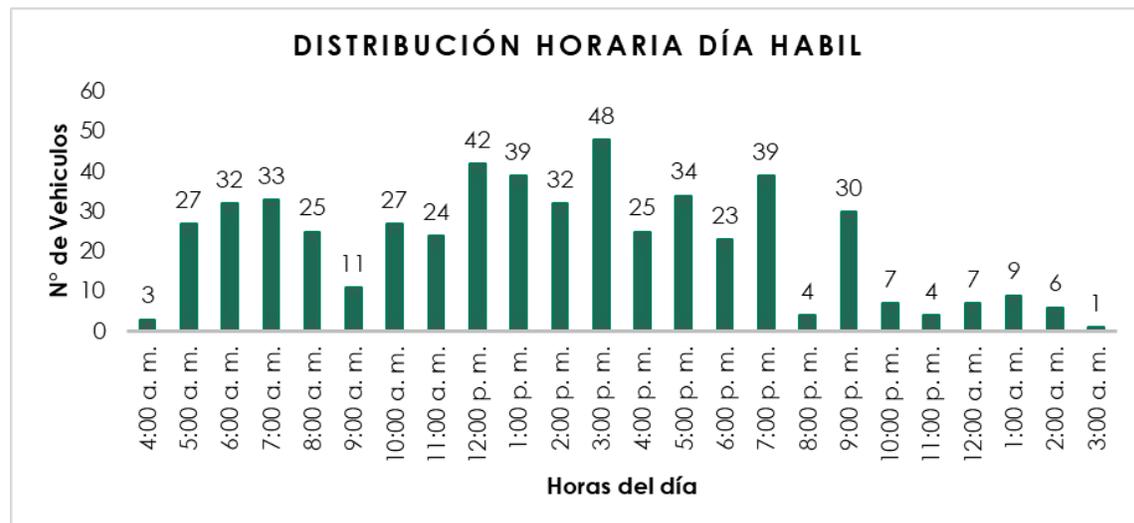


Figura 2-28. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil)**

En la **Tabla 2-25** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-25 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil).

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-4	Oeste	1	120	41	1	4	3	1	0	0	0	170

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
	Este	1	121	45	0	3	2	1	0	0	0	172
	Total		241	86	1	7	5	2	0	0	0	342

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La distribución vehicular (**Figura 2-29**) se muestran los porcentajes de distribución vehicular para un día hábil donde los vehículos de categoría motos tiene la mayor afluencia con un 70,5%, seguido por los vehículos livianos con un 25,1%, por otro lado, las demás categorías presentaron los valores mínimos llegando a 0% en las categorías C4, C5 y C6.

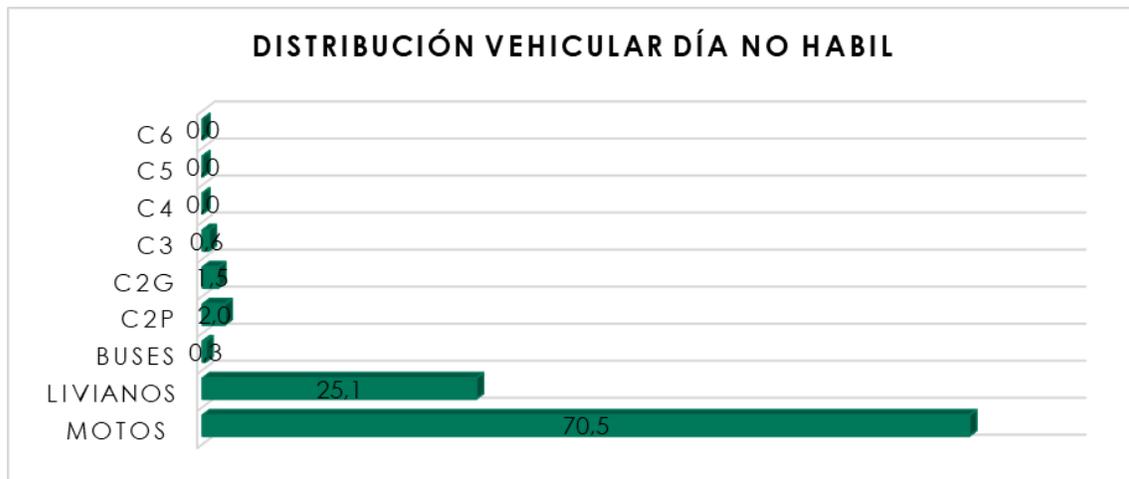


Figura 2-29. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

De acuerdo con la **Figura 2-30** los vehículos con mayor tránsito se evidenciaron a las 11:00 am con 30, mientras que la hora con menor tránsito vehicular fue a las 2:00 am con un total de 0 vehículos.

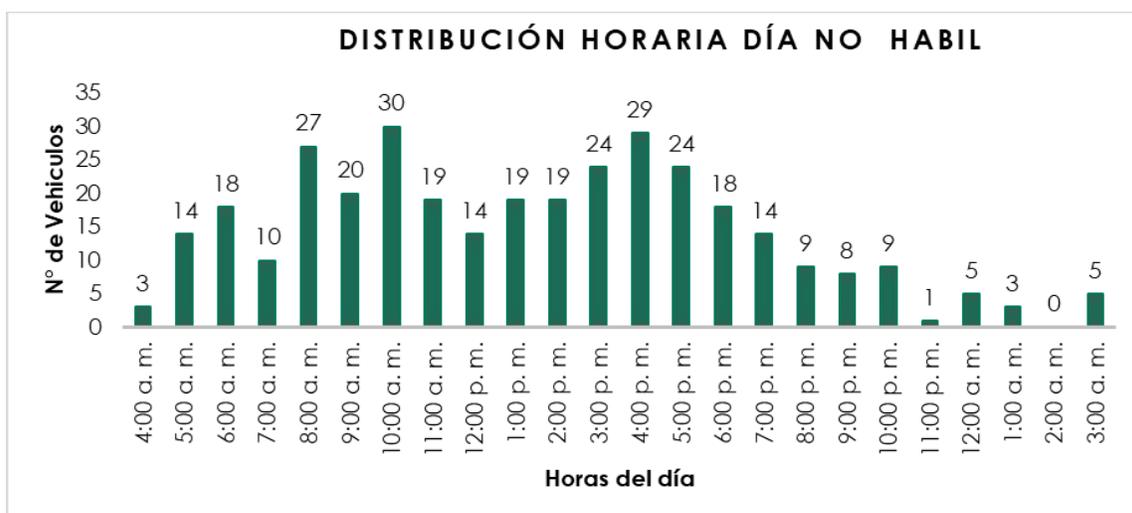


Figura 2-30. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Transito Promedio Diario (TPD) de la vía de acceso – V2.2**

En la **Tabla 2-26** se puede observar el transito promedio diario (TPD) para la vía de acceso V2.2, en donde sobresalen los vehículos de categoría motos con un 56,4%, seguido de los vehículos livianos con un 22,7%, C2G con un 9,7%, y C3 con 9,4%, mientras que las categorías C4 y C6 presentan los menores valores con un 0%.

Tabla 2-26 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.2.

CATEGORÍA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Cantidad	247	99	1	7	43	41	0	1	0	437
Porcentaje %	56,4	22,7	0,1	1,5	9,7	9,4	0,0	0,2	0,0	100,0

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.1.1.3.5 V2.2 (Punto de Aforo 5)

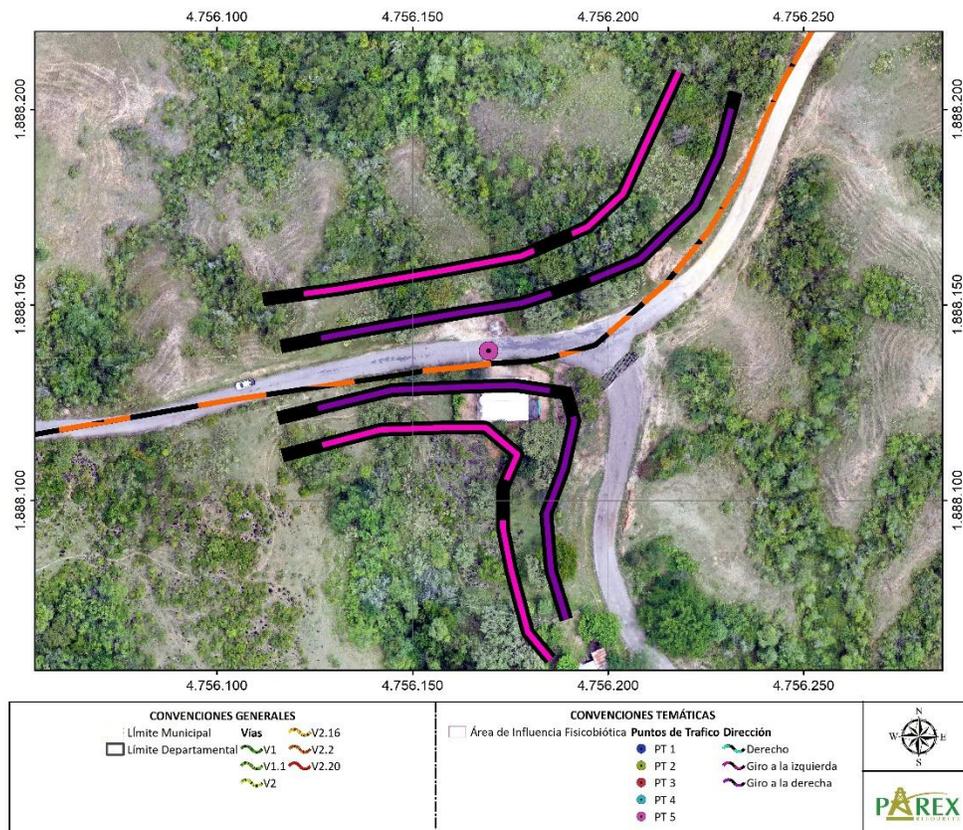


Figura 2-31. Localización Vía de acceso V2.2 Punto de Aforo 5

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día Hábil)**

En la **Tabla 2-27** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-27 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día Hábil)

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-5	Neiva	3	26	35	0	0	5	1	0	0	0	67
	Estación Rio Ceibas	2	25	35	0	0	5	1	0	0	0	66
	La Mojarra	3	46	9	0	1	3	1	0	0	0	60
	Neiva	2	51	15	0	1	2	1	0	0	0	70
Total			148	94	0	2	15	4	0	0	0	263

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La distribución vehicular se dio en su mayoría por la categoría motos con un 56,3%, seguida por la categoría livianos con un 35,7%, y presenta sus menores cantidades para las categorías buses, C4, C5 y C6 con un 0% como se observa en la **Figura 2-32**

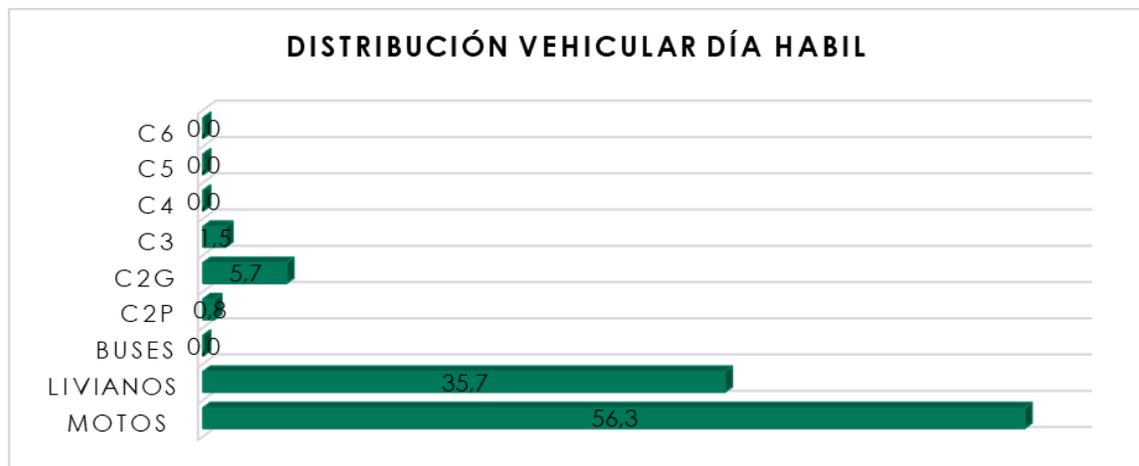


Figura 2-32. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

De acuerdo con la **Figura 2-33** los vehículos con mayor tránsito se presentaron a las 4:00 pm con 33 vehículos, mientras el menor tránsito se presenta de las 10:00 pm a las 2:00 am con valores de 0 y 1 vehículos.

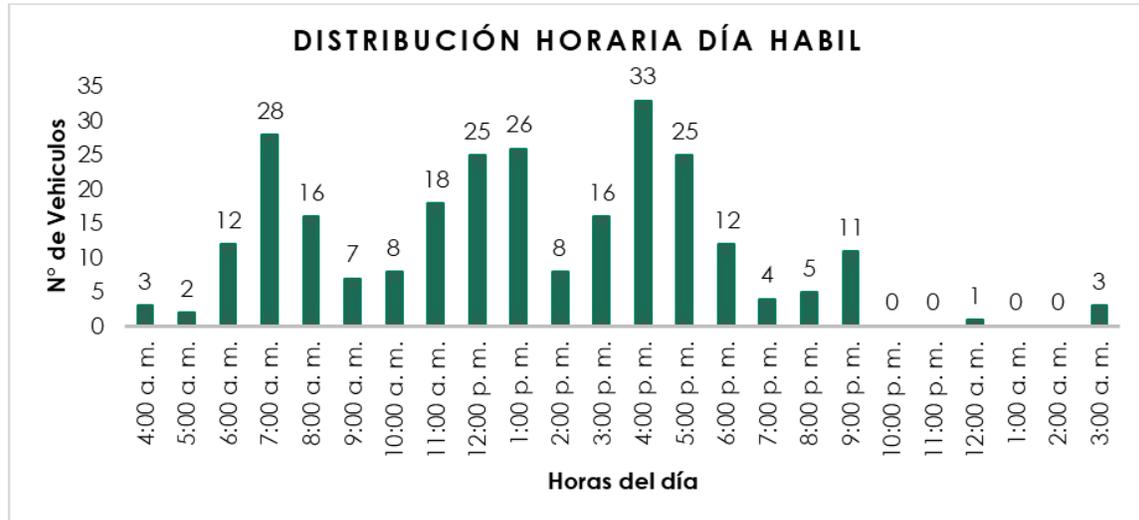


Figura 2-33. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Flujo vehicular en la vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil)**

En la **Tabla 2-28** se presentan los volúmenes registrados durante el periodo de toma de información, esto teniendo en cuenta el punto de aforo realizado sobre esta vía y las categorías vehiculares.

Tabla 2-28 Volúmenes vehiculares vía de acceso al proyecto – V2.2 (Día No Hábil)

Punto de Aforo	Acceso	Mov	Motos	Livianos	Buses	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	Total
Aforo-5	Neiva	3	18	15	0	1	0	0	0	0	0	34
	Estación Rio Ceibas	2	30	12	0	1	0	0	0	0	0	43
	La Mojarra	3	64	18	0	1	0	0	0	0	0	83
	Neiva	2	61	20	0	2	0	0	0	0	0	83
Total			173	65	0	5	0	0	0	0	0	243

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a la distribución vehicular tomada, en la **Figura 2-34** se presentó que la categoría motos tuvo una mayor circulación con un 71,2%, seguido por la categoría livianos con un 26,7%, mientras que las categorías C2G a C6 presentaron las menores cantidades, con un valor del 0%.

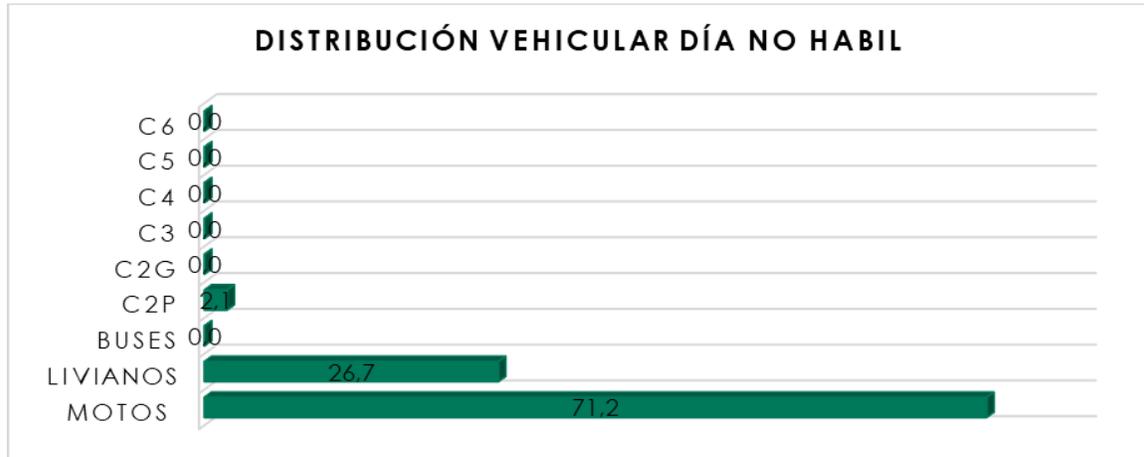


Figura 2-34. Distribución vehicular porcentual de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se observa en la **Figura 2-35** la vía de acceso V2.2, se presentaron cambios significativos en el flujo vehicular durante la toma de información, en donde las horas pico están comprendidas entre las 11:00 am y 5:00 pm con un máximo de 28 vehículos a las 11:00 am, mientras que las horas de menor aporte vehicular están comprendidas entre las 10:00 pm y las 3:00 am con valores principalmente de 0.

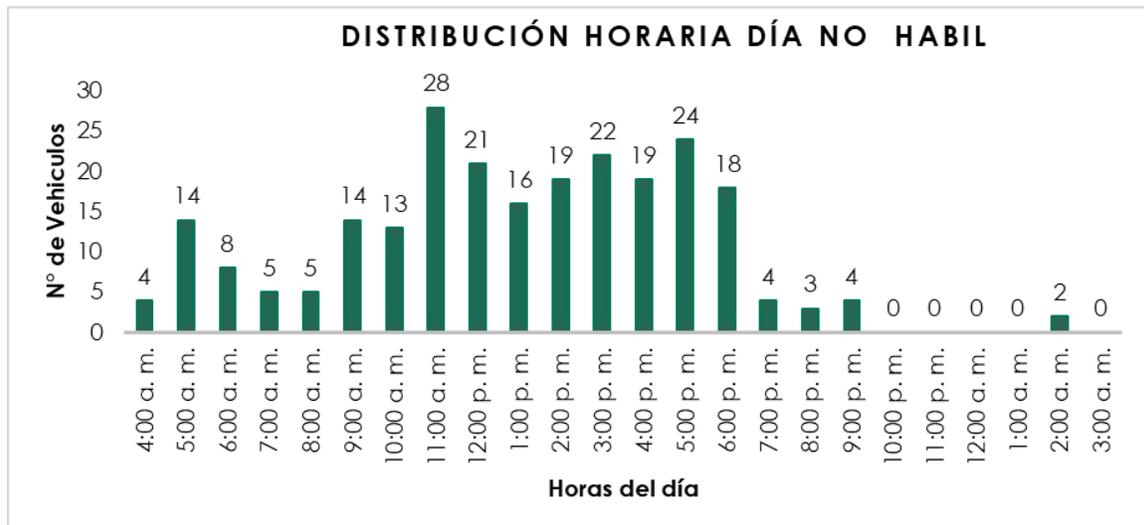


Figura 2-35. Distribución horaria de la vía de acceso V2.2 (Día No Hábil).

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Transito Promedio Diario (TPD) de la vía de acceso – V2.2**

En la **Tabla 2-29** se puede observar el transito promedio diario (TPD) para la vía de acceso V2.2, en donde las motos representan el mayor porcentaje de participación en el total con un 63,4%, de los vehículos livianos con un 31,4%, los buses 0% y vehículos C2P 1,4%, C2G 3,0%, C3 0,8% y C4, C5 y C6 con 0%.

Tabla 2-29 Transito Promedio Diario de la vía de acceso V2.2

CATEGORÍA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Cantidad	161	80	0	4	8	2	0	0	0	253
Porcentaje %	63,4	31,4	0,0	1,4	3,0	0,8	0,0	0,0	0,0	100,0

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.2 Infraestructura petrolera, de transporte, minera y de energía existente (Tipo, estado y empresa operadora)

En este numeral se especifican los proyectos e infraestructura existente en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM-37, para lo anterior se consultó el mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), lo títulos mineros vigentes de la Agencia Nacional de Minería (ANM) y la información oficial disponible en los expedientes en la Ventanilla Única de Trámites Ambientales – VITAL y el visor geográfico del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. En el Anexo 17. Superposición de proyectos se describe a detalle los proyectos existentes en el área de influencia del proyecto, como también se especifica la infraestructura existente de cada uno de estos.

Así mismo, en el **Anexo 2. Oficio Autoridades**, se relacionan los radicados de los oficios generados para la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM que cobija el área de influencia del proyecto, donde se solicita información de superposición de proyectos con el área de influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM-37.

También por medio de la comunicación con radicado ANLA 2022283640-1-000 del 16 de diciembre de 2022. Se solicitó a la ANLA la certificación de proyectos licenciados dentro del área de influencia del presente estudio, la cual dio respuesta por medio del Radicado No. 2022287084-2-000 del 20 de diciembre de 2022 lo siguiente:

“Consultado el Sistema para el Análisis y Gestión de Información del Licenciamiento Ambiental – AGIL, consolidada a la fecha de proyectos licenciados conforme a los puntos suministrados en la petición, no se encontró proyectos en evaluación, sin embargo, se establece superposición con los siguientes proyectos:

Tabla 2-30 Proyectos licenciados en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM-37

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA
1	LAM0022	Hidrocarburos	HOCOL S.A.	Oleoducto del Valle del Magdalena “Tenay - Vasconia - Coveñas”	Resolución 136 del 03 de febrero 1989 Resolución 171 del 02 de marzo de 1990	Activo/operación	Área de Influencia

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA
2	LAM0069	Hidrocarburos	Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.	<p>Gasoducto Barrancabermeja Neiva (Centro Oriente) DEMA</p> <p>Gasoducto entre la estación compresora de Barrancabermeja - Sebastopol - Puerto Serviez con una longitud total de 150 Km.</p> <p>En este expediente se acumularon los expedientes 229 correspondiente al Gasoducto La Belleza - Bogotá (Cogua) con una longitud de 104 Km, el Expediente 113 del Gasoducto La Belleza - Vasconia de 93.5 Km de longitud, y que corresponde a la conversión a gasoducto del Oleoducto Central de los Llanos en el tramo La Belleza - Vasconia y el Exp 512 de la ampliación del oleoducto Puerto Serviez-Sebastopol y el gasoducto Puerto Serviez-Vasconia en los Deptos. Boyacá-Santander.</p> <p>Estos cuatro gasoductos forman parte del GASODUCTO CENTRO ORIENTE.</p>	<p>Resolución No. 778 de Julio 26 de 1995</p> <p>Resolución 1629 de 19 de agosto de 2010</p>	Activo	Área de Influencia
3	LAM0170	Hidrocarburos	Cenit Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S.	<p>Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Río Saldaña)</p> <p>Poliducto Puerto Salgar - Neiva</p>	<p>Resolución 0284 del 8 de septiembre de 1994</p> <p>Resolución 0954 del 20 de agosto del 2014</p>	Activo	Área de Influencia
4	LAM3042	Hidrocarburos	Petrobras Internacional Braspetro BV - Sucursal Colombia	Gasoducto Yaguará- Tenay-Dina	Resolución 0278 con fecha de 23 de febrero de 2005	Pérdida de ejecutoriedad	Área de Influencia
5	LAM3346	Infraestructura	Agencia Nacional de Infraestructura - ANI	Proyecto Vial Variante Natagaima, Departamento del Tolima	Resolución 0746 del 2 de mayo del 2007	Acumulado/ Activo	Área de Influencia

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA
6	LAM0999	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A Hocol S.A.	Área de concesión Tello 1161	Resolución 186 del 29 de febrero 1996	Activo	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37
7	LAM4416	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Proyecto Campo Tello La Jagua, localizado en jurisdicción del Departamento del Huila.	Resolución 1272 del 25 de agosto de 2011	Activo	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37
8	LAM3971	Hidrocarburos	Petróleos del Mar "Petromar"	Área de interés de perforación exploratoria Antares	Decreto 1220 del 21 de abril de 2005 0549 del 4 de abril de 2008	Fase de desmantelamiento	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37
9	LAM3756	Hidrocarburos	Consortio Empresa - NCT	Plan de Manejo Ambiental reactivación de actividades El Reentry Pozos Hato Nuevo 1, Hato Nuevo 2, Hato Nuevo 3 y Polonia 1.	Resolución 841 del 17 de mayo 2007	Abandonado	Área de Influencia
10	LAM2800	Hidrocarburos	Petróleos Colombianos Limited PETROCOL LTDA	Área de perforación Exploratoria Mayo	Resolución 0660 del 16 de junio de 2003	Abandonado	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37
11	LAM0538	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Campo Río Ceibas	Resolución 1216 del 12 de diciembre de 1997	Activo	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37
12	LAM2307	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Área de Producción Neiva Norte (Campos Brisas, Dina Terciarios, Pijao, Cebú, Palogrande, Dina cretáceos, Tenay, Hato nuevo y Santa Clara) en el área de Neiva, localizados en los municipios de Aipe, Neiva, Palermo y Villavieja, Depto. del Huila.		Activo	Área de Influencia Área de Desarrollo VSM37

Fuente: ANLA con radicado No. 2022287084-2-000 del 20 de diciembre de 2022.

Es importante aclarar y de acuerdo con el análisis presentado en el presente numeral, que en el Área de Desarrollo VSM-37 no se encuentra infraestructura petrolera activa.

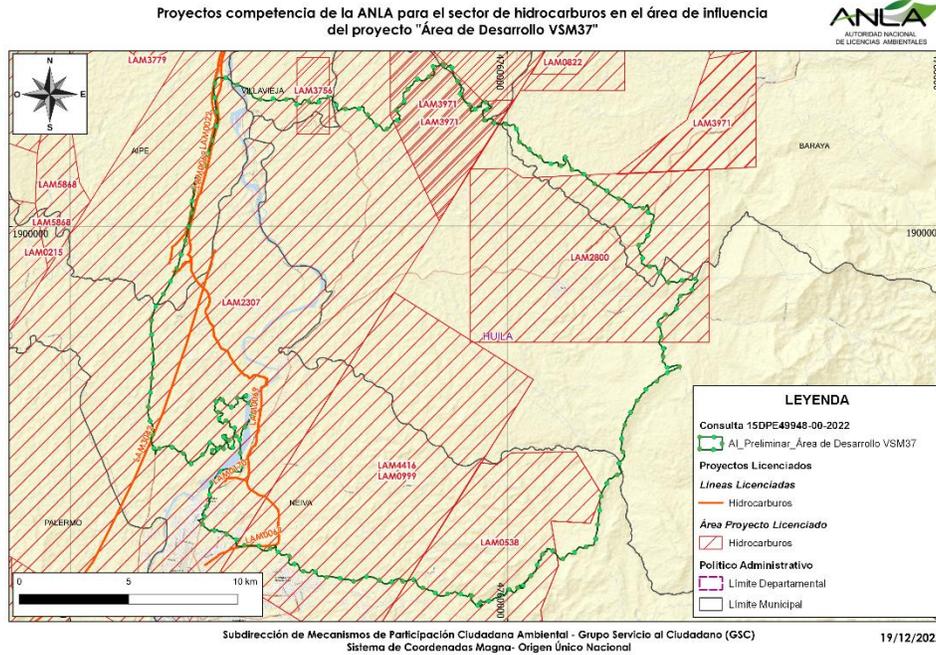


figura 2-36 Proyectos competencia de la ANLA del sector de hidrocarburos

Fuente: ANLA, con radicado No. 2022287084-2-000 del 20 de diciembre de 2022.

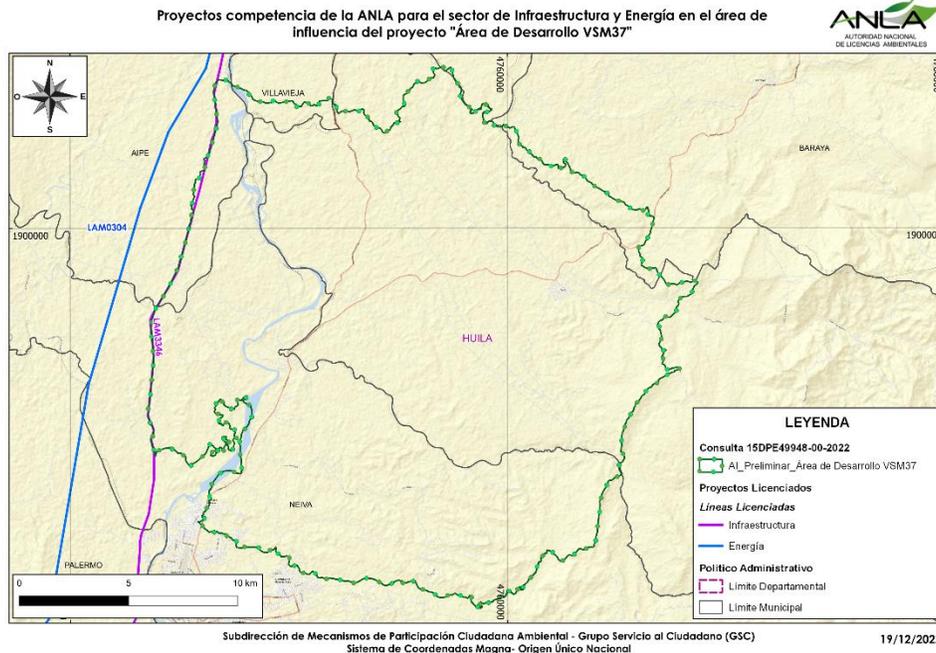


figura 2-37 Proyectos competencia de la ANLA del sector de Infraestructura y Energía

Fuente: ANLA, con radicado No. 2022287084-2-000 del 20 de diciembre de 2022.

De acuerdo con lo anterior, para el sector de energía se relaciona el expediente LAM0304 “Línea de Interconexión eléctrica Betania – Mirolando”, remitida dentro radicado ANLA 2022283640-1-000 del 16 de diciembre de 2022 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, no se traslapa con el área de influencia y área de intervención del proyecto Área de Desarrollo VSM37, por tanto, no se tiene en cuenta dentro del análisis de Superposición de proyectos.

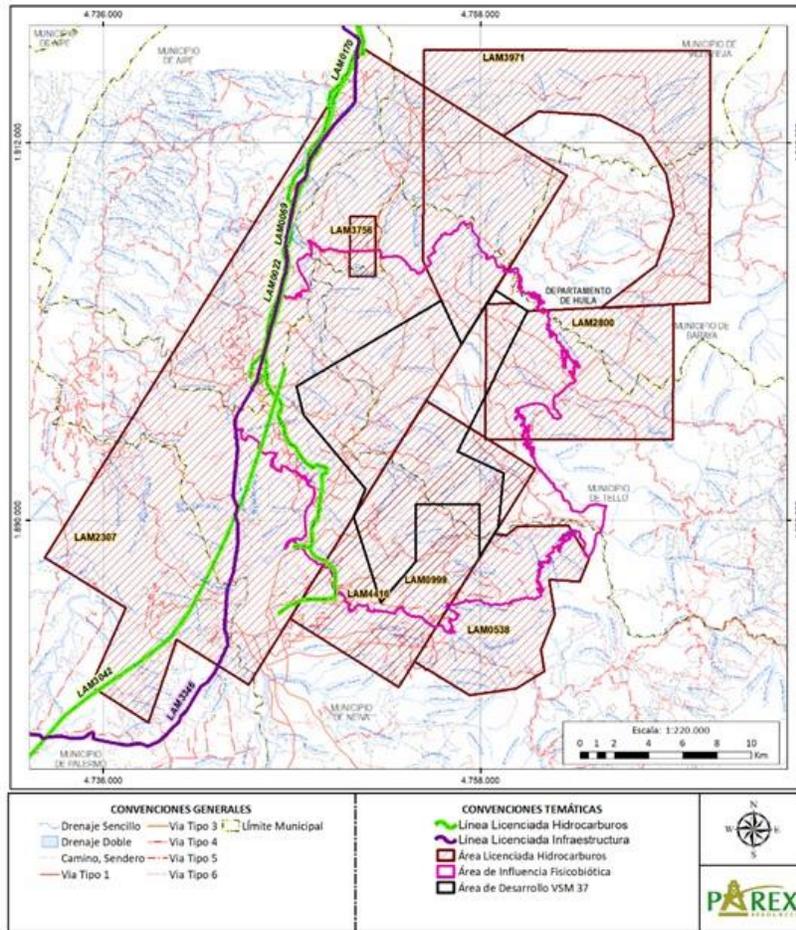


figura 2-38 Proyectos licenciados en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM37

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cumplimiento al artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente No. 1076 del 2015, se informa a la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales (ANLA), sobre la superposición de las áreas y/o proyectos licenciados existentes en el Área de Influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM37, con el fin de identificar el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados por los proyectos en el área superpuesta, así como también, la coexistencia de los mismos. Para lo anterior se consultó el mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), lo títulos mineros vigentes de la Agencia Nacional de Minería (ANM) y la información oficial disponible en los expedientes en la Ventanilla Única de Tramites Ambientales – VITAL y el

visor geográfico del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, lo cual se relaciona a continuación:

2.2.2.2.1 Agencia Nacional de Hidrocarburo - ANH

En la **figura 2-39** y **Tabla 2-31**, se presenta el mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) con los proyectos con que se traslapa el área de intervención del proyecto Área de Desarrollo VSM37.

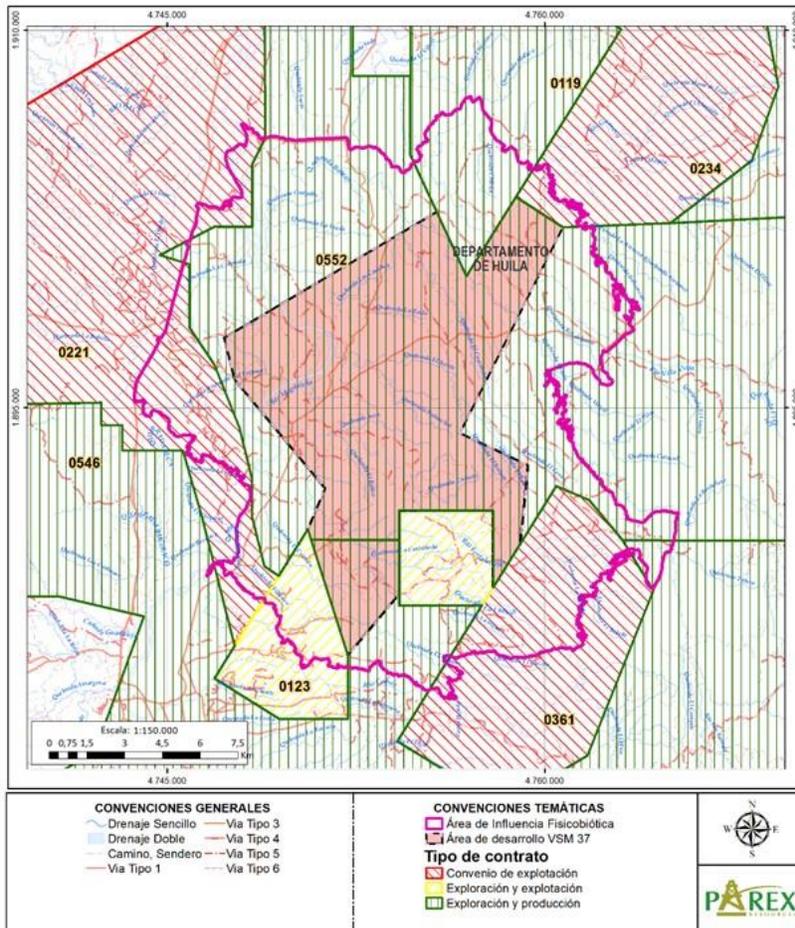


figura 2-39 Mapa de tierras ANH – Área de influencia del Área de Desarrollo VSM37

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-31 Mapa de tierras ANH – Área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Desarrollo VSM37

CONTRAT_ID	CONTRAT_O_N	FECHA_FIRM	TIPO_CONTR	ESTAD_ÁREA	OPERADOR	ÁREA_HA
234	Huila	19/08/2009	Convenio de Explotación	Producción	HOCOL S.A.	8120,18457 2
119	Antares	26/01/2007	Exploración y Producción (E&P)	Exploración	PETROLEOS DEL MAR	16888,7841 6
221	Pijao - Potrerillo	30/03/2009	Convenio de Explotación	Producción	ECOPETROL S.A.	15438,8750 7
361	Caguán	10/07/2015	Convenio de Explotación	Producción	ECOPETROL S.A.	6767,84852 6
123	Campos Tello y La Jagua	13/04/2007	Exploración y Explotación (E&E)	Producción	ECOPETROL S.A.	3690,03158 9
552	VSM 37	18/01/2022	Exploración y Producción (E&P)	Exploración	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG	48377,4077 5
546	VSM 13-2	18/01/2022	Exploración y Producción (E&P)	Exploración	PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG	92450,5216

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.2.2 Agencia Nacional de Minería - ANM

Se realizó la consulta con el polígono del área de influencia del Área de Desarrollo VSM37 a través del Visor Geográfico del referido Sistema Integral en el sitio institucional www.anm.gov.co – vínculo AnnA Minería www.anm.gov.co – al link <https://annamineria.anm.gov.co/sigm/externalLogin> en donde entre otras capas de información, se encontró el traslape con los títulos mineros vigentes que se muestran en la **figura 2-40** y **Tabla 2-32**.

En el **Anexo 2. Oficio Autoridades, respuestas/CAM**, se encuentra el listado de las Licencias Ambientales Mineras para proyectos de explotación de material de construcción a corte del 29 de noviembre de 2022.

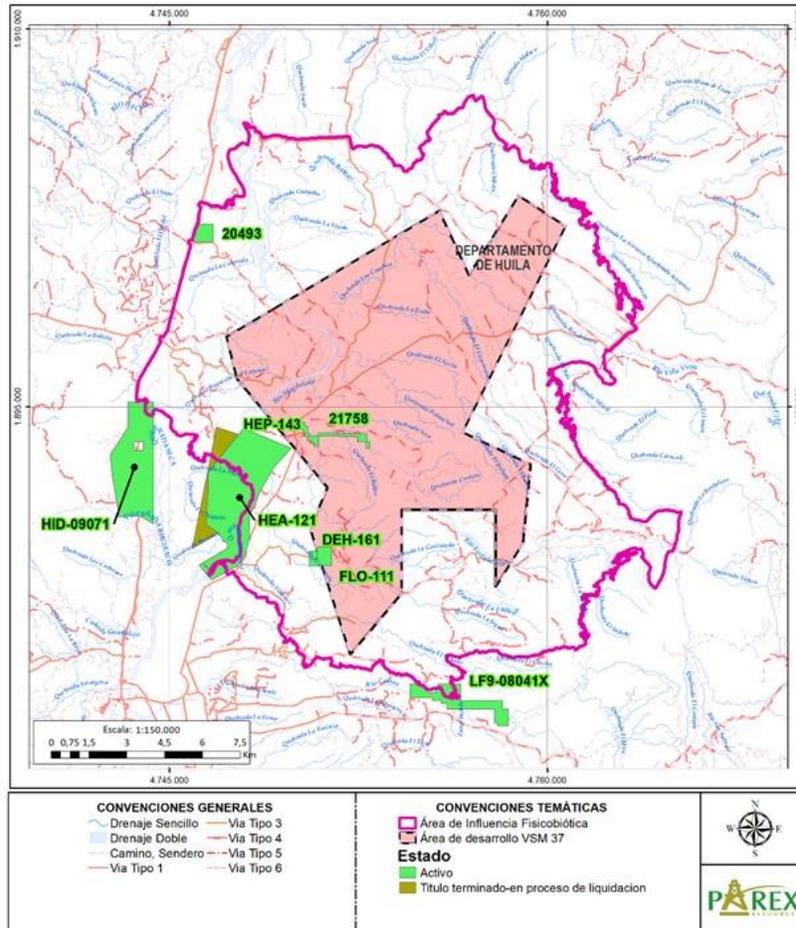


figura 2-40 Área de Influencia y Área de intervención traslapada con proyectos mineros licenciados según información de la ANM

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-32 Títulos Mineros vigentes ANM – área de influencia y área de intervención para el proyecto Área de Desarrollo VSM37

CODIGO_EXP	MINERALES	MUNICIPIOS	DEPARTAMENTO	AREA_HA	ETAPA	SOLICITANTE	FECHA_DE_E	FECHA_DE_A	RESOLUCIÓN
HID-09071	ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS FELDESPÁTICAS, ARENAS INDUSTRIALES, ARENAS Y GRAVAS SILICEAS, GRAVAS, RECEBO	NEIVA	Huila	625,7809	Explotación Activo	(62903) Daniel Carvajal Andrade, (57076) Felipe Álvarez Carvajal, (58540) Francylena Álvarez Carvajal, (62901) Luz Stella Carvajal de Gaitán, (59613) Martha Cecilia Carvajal Andrade, (62902) Norma Piedad Carvajal Andrade, (20319) Stella Andrade Carvajal	03/07/2007	02/07/2037	2294 30/06/2016
20493	ARCILLAS	AIPE	Huila	50,63199	Explotación Activo	(14608) Carlos Mauricio Rojas Gómez, (35343) Ladrillera Andina S.A.	18/05/1998	16/02/2035	2759- 21/12/2012- Modificación 4181- 22/12/2016
HEP-143	ANHIDRITA, ANTRACITA, ARCILLA COMUN, ARCILLAS, ARCILLAS ESPECIALES, ARCILLAS REFRACTARIAS, ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS FELDESPÁTICAS, ARENAS INDUSTRIALES, ARENAS Y GRAVAS SILICEAS, ARENISCAS, ASFALTO NATURAL, AZUFRE, BAUXITA, BENTONITA, CALCITA, C	NEIVA	Huila	179,65365	Explotación Título terminando proceso de liquidación	(32325) José Leonardo Ruiz Triana	11/03/2009	10/03/2039	0330 30/04/2021

CODIGO_EXP	MINERALES	MUNICIPIOS	DEPARTAMENTO	AREA_HA	ETAPA	SOLICITANTE	FECHA_DE_E	FECHA_DE_A	RESOLUCIÓN
21758	ARENAS, GRAVAS	TELLO, NEIVA	Huila	64,85337	Explotación Activo	(53412) Carlos Alberto Gómez Orozco, (53411) claudia lucia Gómez Orozco, (53413) juan camilo Gómez Orozco, (53414) marcela Gómez Orozco, (26766) maría Eugenia Orozco Gómez	13/12/2005	07/03/2040	947-15/04/2010-modificación 695-31/03/2015
FLO-111	GRAVAS	NEIVA	Huila	50,00079	Explotación Activo	(41873) Construcciones Lago S.A.S.	13/08/2008	12/08/2038	1731-31/07/2007
HEA-121	ARENAS, GRAVAS, MINERALES DE ORO Y SUS CONCENTRADOS	NEIVA	Huila	987,02459	Explotación Activo	(22621) minermundo S.A.S., (60903) rueda inversiones S.A.S.	09/03/2007	08/03/2037	1383-29/05/2019
DEH-161	GRAVAS	NEIVA	Huila	10,38375	Explotación Activo	(41873) construcciones lago S.A.S.	09/01/2003	08/01/2033	1262-28/11/2003-modificaión-910 09/04/2019
LF9-08041X	ARENAS, GRAVAS, RECEBO	NEIVA	Huila	218,9044	Explotación Activo-Renovado	(31368) Edison Cantillo Álvarez, (31369) Héctor Perdomo Rodríguez	09/06/2010 02/06/2022	01/06/2052	2635-16/09/2021

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.3 Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC

Se revisó la información oficial disponible en el SIGWEB de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, así como también se consideró la información suministrada por esta Autoridad mediante respuesta con radicado ANLA 2022283640-1-000 del 16 de diciembre de 2022, donde se solicita información de superposición de proyectos con el "Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Desarrollo VSM37", encontrando que el área de influencia y el área de intervención del proyecto presenta traslape con proyectos licenciados del sector hidrocarburos e infraestructura. Se destaca que la información descargada por el SIAC corresponde a la misma información enviada por la ANLA por medio de la comunicación No. 2022283640-1-000 del 16 de diciembre de 2022.

A continuación, se muestra en la **figura 2-41 y figura 2-42**, los proyectos licenciados que se traslapan con el área de influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM-37.

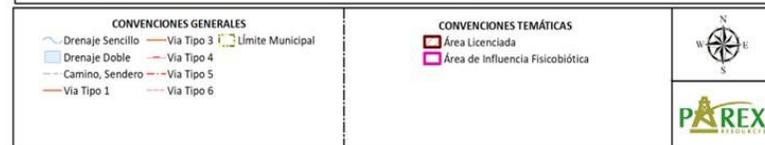
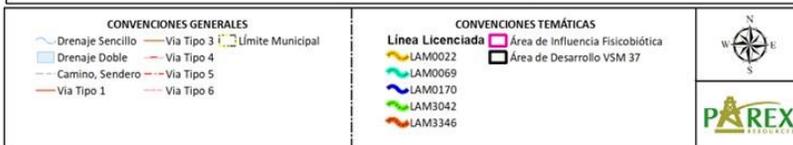
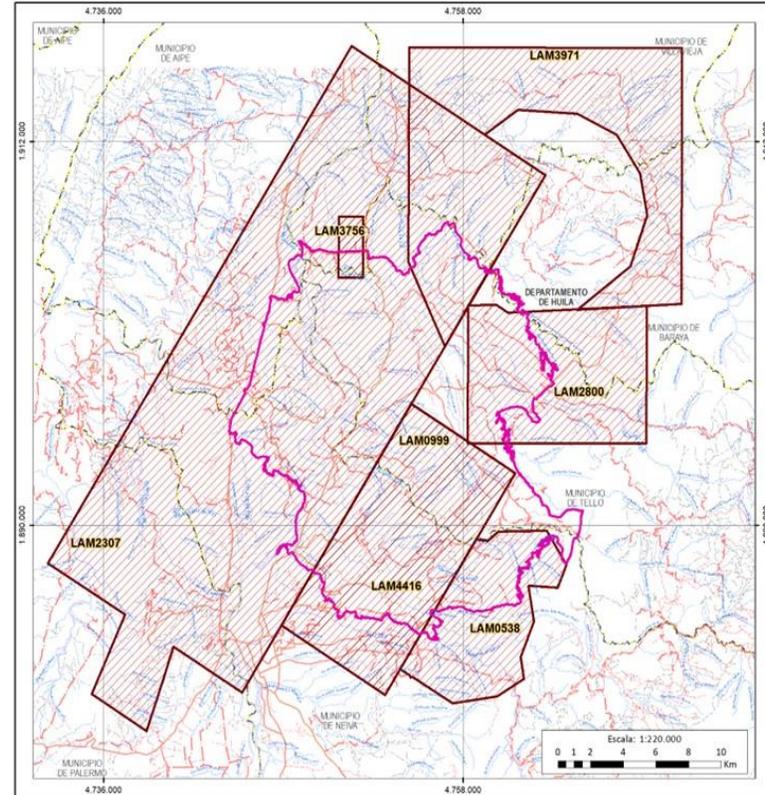
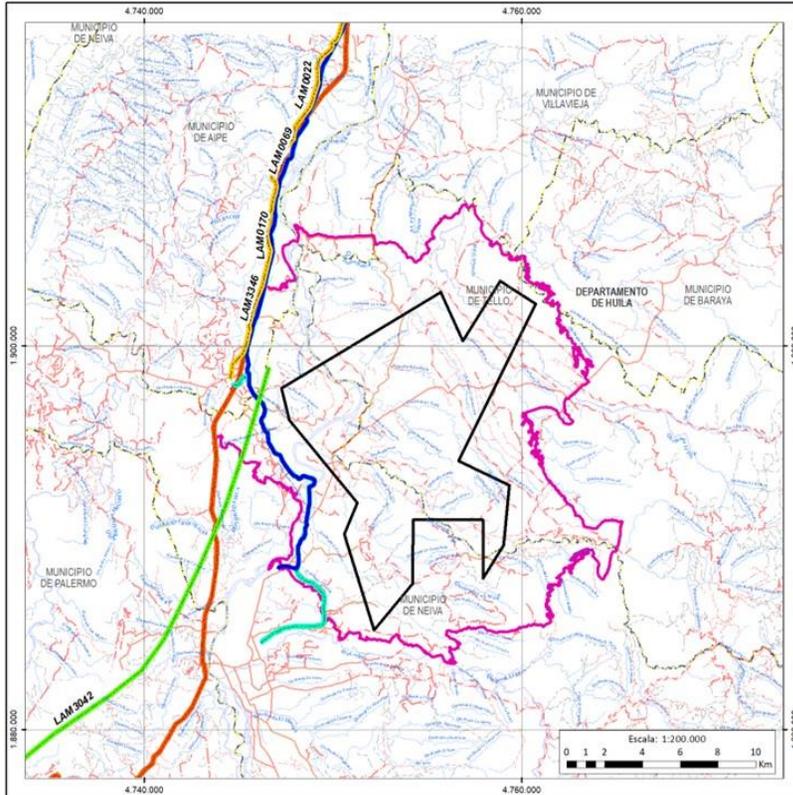


figura 2-41 Área de influencia del Área de Desarrollo VSM37 traslapadas con proyectos licenciados según los shapes del catálogo de mapas del SIAC

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

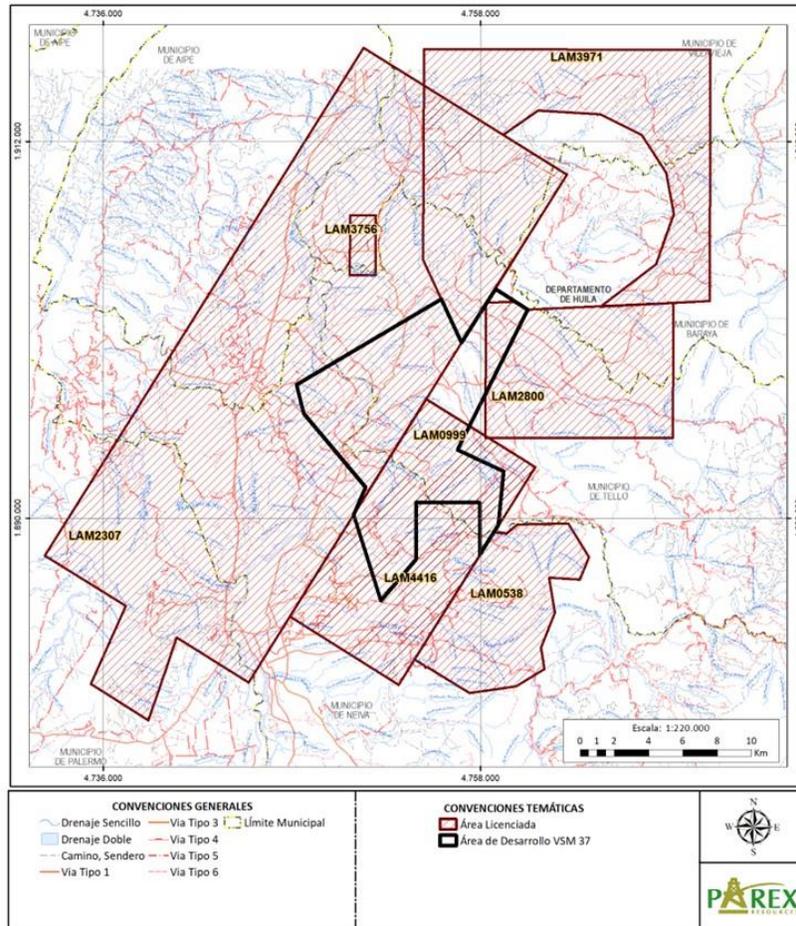


figura 2-42 Área de Desarrollo VSM37 traslapadas con proyectos licenciados según los shapes del catálogo de mapas del SIAC

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En la **Tabla 2-33** y en la **Tabla 2-34** se presenta el traslape del área de influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM-37 con las líneas y áreas proyectos licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. Es importante mencionar que de los 12 expedientes superpuestos en el área de influencia del Área de Desarrollo VSM37, siete (7) de ellos se cruzan o superponen con el área de intervención del bloque del Área de Desarrollo VSM37, razón por lo cual se les realizó el respectivo análisis de superposición de proyectos.

Tabla 2-33 Descripción general de las líneas de flujo y proyectos de infraestructura licenciados traslapados

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA O LONGITUD TRASLAPADA CON EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	
1	LAM0022	Hidrocarburos	HOCOL S.A	Oleoducto del Valle del Magdalena "Tenay - Vasconia - Coveñas"	Resolución 136 del 03 de febrero 1989 Resolución 171 del 02 de marzo de 1990	Activo/ operación	Área de Influencia	0,17 km
2	LAM0069	Hidrocarburos	Transportadora de Gas Internacional S.A. E.S.P.	Gasoducto Barrancabermeja Neiva (Centro Oriente) Gasoducto entre la estación compresora de Barrancabermeja - Sebastopol - Puerto Serviez con una longitud total de 150 Km. En este expediente se acumularon los expedientes 229 correspondiente al Gasoducto La Belleza - Bogotá (Cogua) con una longitud de 104 Km, el Expediente 113 del Gasoducto La Belleza - Vasconia de 93.5 Km de longitud, y que corresponde a la conversión a gasoducto del Oleoducto Central de los Llanos en el tramo La Belleza - Vasconia y el Exp 512 de la ampliación del oleoducto Puerto Serviez-Sebastopol y el gasoducto Puerto Serviez-Vasconia en los Deptos. Boyacá-Santander. Estos cuatro gasoductos forman parte del GASODUCTO CENTRO ORIENTE.	Resolución No. 778 de Julio 26 de 1995 Resolución 1629 de 19 de agosto de 2010	Activo	Área de Influencia	21,70 km

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA O LONGITUD TRASLAPADA CON EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	
3	LAM0170	Hidrocarburos	Cenit Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S.	Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Río Saldaña) Poliducto Puerto Salgar - Neiva	Resolución 0284 del 8 de septiembre de 1994 Resolución 0954 del 20 de agosto del 2014	Activo	Área de Influencia	18,18 km
4	LAM3042	Hidrocarburos	Petrobras Internacional Braspetro BV - Sucursal Colombia	Gasoducto Yaguará- Tenay- Dina	Resolución 0278 con fecha de 23 de febrero de 2005	Pérdida de ejecutoriedad	Área de Influencia	5,03 km
5	LAM3346	Infraestructura	Agencia Nacional de Infraestructura - ANI	Proyecto Vial Variante Natagaima, Departamento del Tolima	Resolución 0746 del 2 de mayo del 2007	Activo/ Acumulado	Área de Influencia	1,47 km

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-34 Descripción general de las áreas proyectos licenciados traslapados

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA O LONGITUD TRASLAPADA CON EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	
6	LAM0999	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A Hocol S.A	Área de concesión Tello 1161	Resolución 186 del 29 de febrero 1996	Archivado/ Activo	Área de Influencia	8721,69 ha
							Área de Desarrollo VSM37	4507,90 ha
7	LAM4416	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Proyecto Campo Tello La Jagua, localizado en jurisdicción del Departamento del Huila.	Resolución 1272 del 25 de agosto de 2011	Activo	Área de Influencia	8718,78 ha
							Área de Desarrollo VSM37	4515,19 ha
8	LAM3971	Hidrocarburos	Petróleos del Mar "Petromar"	Área de interés de perforación exploratoria Antares	Decreto 1220 del 21 de abril de 2005 0549 del 4 de abril de 2008	Fase de desmantelamiento y abandono	Área de Influencia	1717,73 ha
							Área de Desarrollo VSM37	1,94 ha
9	LAM3756	Hidrocarburos	Consortio Empresa - NCT	Plan de Manejo Ambiental reactivación de actividades El Reentry Pozos Hato Nuevo 1, Hato Nuevo 2, Hato Nuevo 3 y Polonia 1.	Resolución 841 del 17 de mayo 2007	Abandonado/ Inactivo	Área de Influencia	225,22 ha
10	LAM2800	Hidrocarburos	Petróleos Colombianos Limited PETROCOL LTDA	Área de perforación Exploratoria Mayo	Resolución 0660 del 16 de junio de 2003	Abandonado	Área de Influencia	2973,57 ha
							Área de Desarrollo VSM37	681,81 ha
11	LAM0538	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Campo Río Ceibas	Resolución 1216 del 12 de diciembre de 1997	Activo	Área de Influencia	1936,64 ha
							Área de Desarrollo VSM37	0,000136 ha
12	LAM2307	Hidrocarburos	Ecopetrol S.A	Área de Producción Neiva Norte (Campos Brisas, Dina Terciarios, Pijao, Cebú, Palogrande, Dina	Resolución 0003 del 7 de enero 2003	Activo	Área de Influencia	15086,28 ha



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA EL ÁREA DE DESARROLLO
VSM-37**

CODIGO: COL-HSE-FT-311
EMISIÓN: 28-08-2023
VIGENCIA: 28-08-2023
VERSIÓN: 1

ITEM	EXPEDIENTE	SECTOR	TITULAR	PROYECTO	RESOLUCIÓN	ESTADO	ÁREA O LONGITUD TRASLAPADA CON EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	
				cretáceos, Tenay, Hato nuevo y Santa Clara) en el área de Neiva, localizados en los municipios de Aipe, Neiva, Palermo y Villavieja, Depto. del Huila.			Área de Desarrollo VSM37	5108,53 ha

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.2.4 Infraestructura de servicios públicos

La cobertura de servicios públicos domiciliarios al interior del Área de Desarrollo VSM-37 no es muy buena en la mayoría de las unidades territoriales del área de influencia ya que en gran parte de los predios ubicados al interior no se cuenta con servicio de energía eléctrica, acueducto o alcantarillado, a excepción de aquellas que se encuentran contiguas a los centros poblados de Neiva y Tello.

Respecto de la información consultada en el SIAC al interior del área de influencia del proyecto, no se cuenta con redes de interconexión eléctrica. Sin embargo, en el costado occidental del área de influencia del proyecto, se identifica la Línea de Interconexión Eléctrica Betania-Mirolindo.

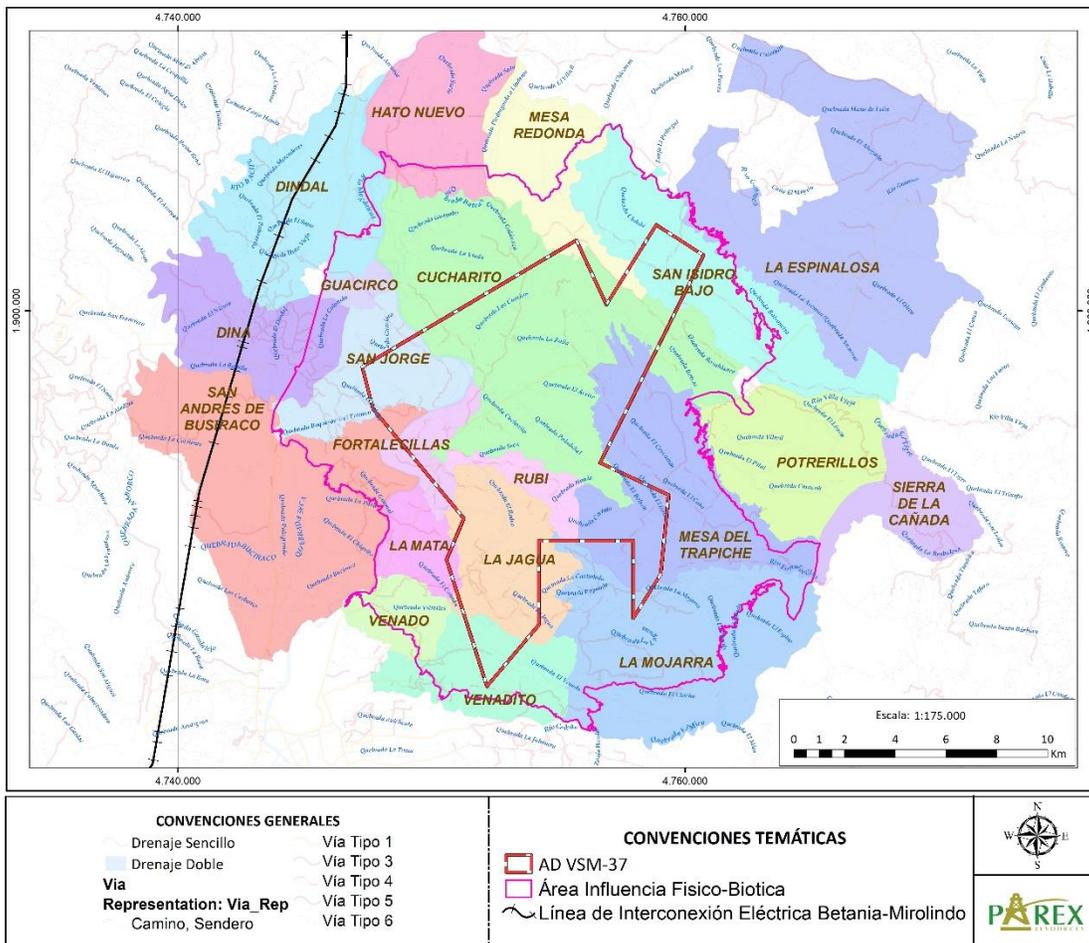


Figura 2-43. Línea de Interconexión Eléctrica Betania-Mirolindo

Fuente: PAREX, 2023

Respecto del servicio de acueducto en la zona el abastecimiento de agua por parte de la población se realiza mediante la implementación de pozos profundos, captación directa

de drenajes (motobomba) y/o puntos de agua subterránea. Por otro lado, los centros poblados cercanos a los cascos urbanos de Neiva y Tello cuentan con servicios públicos del municipio.

El detalle en lo correspondiente a Servicios Públicos se presenta en el Capítulo 3.4 Medio socioeconómico.

2.2.3 Estrategias de desarrollo

2.2.3.1 Vías de acceso al área y locaciones

2.2.3.1.1 Vías para usar por el proyecto

En el **numeral 2.2.2.1 Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y clasificación** se presentan las vías a utilizar por el proyecto, de igual forma en el **Anexo 21. Descripción de vías** se presenta la clasificación de las vías propuestas a utilizar en el desarrollo del proyecto VSM-37.

2.2.3.1.2 Adecuación de vías

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita adecuación hasta de 97,04 km (97.042,70 m) de vías para el acceso al proyecto.

A continuación, en la Tabla 2-35 se presentan, las vías que se proyectan usar por el proyecto, y que podrán requerir adecuación, debido a que en la actualidad algunos tramos no cuentan con las condiciones necesarias para la movilización de maquinaria, equipos y/o personal requerido por el proyecto.

Es de aclarar que la definición de la vía y sus respectivos tramos por adecuar serán presentadas en los PMA específicos, donde se tendrá un diagnóstico actualizado previo al momento de iniciar las obras.

Tabla 2-35 Vías para adecuación

ID	VÍA	PUNTO	MAGNA COLOMBIA ORIGEN NACIONAL		TIPO VÍA	CALIDAD	ANCHO (m)	LONGITUD (m)
			ESTE	NORTE				
1	V1.1	Inicio	4744712,10	1897714,74	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 3-6 (IGAC)	Regular	6,5	9052,08
		Fin	4749432,51	1898610,75				
2	V1.1.1	Inicio	4745154,17	1897270,82	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 3-4-6 (IGAC).	Regular	4,2	5491,61
		Fin	4747342,85	1895927,13				
3	V1.1.4	Inicio	4745142,47	1897293,71	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4 -6 (IGAC)	Regular	3	4913,71
		Fin	4748881,92	1897887,80				
4	V1.1.5	Inicio	4747800,95	1896255,26	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC)	Regular	2,1	235,21
		Fin	4747628,13	1896400,53				
5	V1.2.3	Inicio	4747326,55	1900928,74	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3	1339,00
		Fin	4748267,57	1901483,52				
6	V1.2.3.1	Inicio	4748267,57	1901483,52	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3	49,74
		Fin	4748313,07	1901494,40				
7	V2.10.1	Inicio	4759332,23	1893005,29	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4-6 (IGAC)	Regular	3,9	4729,32
		Fin	4758212,92	1889650,35				
8	V2.10.1.2	Inicio	4758846,20	1892447,23	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 4 (IGAC)	Regular	4,2	1236,71
		Fin	4759703,41	1891579,77				
9	V2.10.1.3	Inicio	4757933,60	1890301,07	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC)	Regular	2,9	2304,43
		Fin	4759661,88	1889560,90				
10	V2.11	Inicio	4757497,56	1897841,24	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4-6 (IGAC)	Regular	4,2	10699,30
		Fin	4759584,29	1889778,39				
11	V2.12	Inicio	4758572,47	1898047,02	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4-6 (IGAC)	Regular	3,2	2428,26
		Fin	4758047,99	1896043,92				
12	V2.14.1	Inicio	4749474,51	1894927,48	Vía tipo 4 (IGAC)	Regular	4,05	386,70

ID	VÍA	PUNTO	MAGNA COLOMBIA ORIGEN NACIONAL		TIPO VÍA	CALIDAD	ANCHO (m)	LONGITUD (m)
			ESTE	NORTE				
		Fin	4749111,43	1894922,71				
13	V2.14.1.1	Inicio	4749460,51	1894934,92	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,2	443,83
		Fin	4749378,43	1894502,56				
14	V2.16.1	Inicio	4752988,30	1898968,93	Vía tipo 4-6 (IGAC)	Regular	2,1	1167,49
		Fin	4753746,71	1899006,41				
15	V2.16.2	Inicio	4753487,95	1899984,42	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,5	335,90
		Fin	4753793,93	1900054,07				
16	V2.16.3	Inicio	4751438,30	1896241,34	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,3	895,42
		Fin	4750669,67	1895939,24				
17	V2.16.4.2	Inicio	4750520,27	1899247,58	Vía tipo 4 (IGAC)	Regular	4,1	865,22
		Fin	4750252,87	1898619,02				
18	V2.16.7	Inicio	4752361,61	1904589,53	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,5	101,57
		Fin	4752380,09	1904499,51				
19	V2.17	Inicio	4756162,90	1897575,31	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4 (IGAC)	Regular	3,5	2938,62
		Fin	4755389,51	1900066,47				
20	V2.18	Inicio	4756634,43	1897955,01	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3,9	6038,62
		Fin	4753469,50	1901880,08				
21	V2.19	Inicio	4757367,69	1897873,75	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3,9	4861,74
		Fin	4754933,51	1902051,36				
22	V2.2.8	Inicio	4753490,91	1888218,63	Vía tipo 4-6 (IGAC)	Regular	2	1687,23
		Fin	4753026,48	1889304,31				
23	V2.20	Inicio	4759022,82	1898159,50	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3	3400,56
		Fin	4757180,99	1900296,48				
24	V2.21.1	Inicio	4755559,27	1903004,19	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,2	738,84

ID	VÍA	PUNTO	MAGNA COLOMBIA ORIGEN NACIONAL		TIPO VÍA	CALIDAD	ANCHO (m)	LONGITUD (m)
			ESTE	NORTE				
		Fin	4756071,97	1903466,56	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 4 (IGAC), carretable			
25	V2.22.1	Inicio	4759799,08	1901471,27	Vía tipo 6 (IGAC)	Regular	4,4	1186,14
		Fin	4759456,94	1900578,87				
26	V2.22.1.1.1	Inicio	4756490,95	1903586,27	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,2	304,50
		Fin	4756240,91	1903453,29				
27	V2.22.1.2	Inicio	4759477,36	1900689,10	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	4,3	1172,90
		Fin	4758494,08	1901156,70				
28	V2.22.1.2.1	Inicio	4758712,31	1900881,26	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,3	235,90
		Fin	4758516,11	1900761,68				
29	V2.22.1.3	Inicio	4759506,85	1900553,46	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,8	281,01
		Fin	4759671,73	1900327,58				
30	V2.4	Inicio	4750095,04	1893576,85	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4 (IGAC)	Regular	3,2	1661,38
		Fin	4750205,16	1892207,75				
31	V2.4.1	Inicio	4750109,09	1893592,17	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4-6 (IGAC)	Regular	3,3	6593,60
		Fin	4754492,72	1891317,72				
32	V2.4.1.1	Inicio	4751261,80	1893067,46	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2	666,26
		Fin	4750939,44	1892666,30				
33	V2.4.1.5	Inicio	4752192,85	1892931,89	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	0,55	1356,24
		Fin	4751551,78	1893768,11				
34	V2.4.1.5.1	Inicio	4751435,41	1893564,98	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,8	516,75
		Fin	4751042,84	1893279,00				
35	V2.4.2	Inicio	4750263,56	1893403,84	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2	543,36
		Fin	4750295,64	1893016,87				
36	V2.5	Inicio	4750605,03	1894809,96	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,4	6348,38

ID	VÍA	PUNTO	MAGNA COLOMBIA ORIGEN NACIONAL		TIPO VÍA	CALIDAD	ANCHO (m)	LONGITUD (m)
			ESTE	NORTE				
		Fin	4754528,53	1892740,34	Vía de orden terciario (INVIAS), tipo 4 (IGAC)			
37	V2.5.1	Inicio	4752709,99	1893952,92	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3,1	327,10
		Fin	4752614,06	1893667,83				
38	V2.5.2	Inicio	4751516,57	1894222,06	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3,4	1679,34
		Fin	4752801,12	1894798,11				
39	V2.5.4	Inicio	4754692,95	1892726,75	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,7	1928,46
		Fin	4755266,59	1891393,83				
40	V2.6	Inicio	4751775,24	1895750,29	Vía tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	2,2	1093,45
		Fin	4752359,55	1895022,77				
41	V2.7	Inicio	4751986,93	1895840,41	Vía tipo 4-6 (IGAC)	Regular	3,2	1570,90
		Fin	4752427,42	1895089,61				
42	V2.8	Inicio	4753219,85	1896657,88	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	3,3	1808,52
		Fin	4754115,60	1895477,32				
43	V2.9	Inicio	4755464,85	1897850,35	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), carretable	Regular	1,6	1427,39
		Fin	4756317,32	1896861,81				

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En la **Tabla 2-36** se presentan los métodos constructivos para adecuación de vías.

Tabla 2-36 Métodos constructivos para adecuación de vías

Actividad	Descripción
Localización y replanteo	Mediante el uso de equipos topográficos se materializarán con estacas los puntos que delimiten las zonas de intervención de la vía para su respectiva adecuación y conformación.
Desmonte y descapote	<p>El trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desmonte necesario de las áreas cubiertas de rastrojo, maleza y pasto, la remoción consistirá en retirar la vegetación que ha invadido los bordes de las vías y calzada de las vías existentes, con el fin de recuperar el área efectiva de la vía de maniobrabilidad y tránsito.</p> <p>En zonas donde se evidencien árboles sobre los corredores viales que tengan ramas bajas y que interfieran con el tránsito de cargas se procederá al descope de los mismos, cortando y picando las ramas para su posterior disposición, atendiendo lo establecido en el permiso de aprovechamiento forestal de la licencia, y acorde a lo descrito en el Capítulo 7 - Plan De Manejo Ambiental.</p> <p>El material resultante del descapote será dispuesto en los taludes de las vías y plataformas para su revegetalización y control de erosión, además podrán ser dispuestos en zonas previamente autorizadas y acordadas con la interventoría del proyecto.</p>
Cortes, excavaciones y rellenos compensados	<p>Sobre los corredores existentes con propuesta de adecuación vial del proyecto, se procederá a realizar el corte del terreno para obtener las cotas de diseño. Para esto se utilizará maquinaria y control topográfico de la actividad, con el fin de garantizar que los cortes se hagan de acuerdo con lo contemplado en los diseños.</p> <p>El material proveniente del corte que cumpla con las características y requerimientos técnicos del proyecto podrá ser utilizado para conformar el relleno de la banca y/o de las zonas que por diseño deban ser rellenadas.</p> <p>Los taludes de corte y de relleno se perfilarán según (0,5 – 1H:1V y 0,5 -1,5 H:1V respectivamente) y en caso de encontrar materiales más o menos competentes se evaluará su pendiente juntamente con la interventoría del proyecto, siempre garantizando la estabilidad de estos.</p> <p>Los taludes de corte y relleno deberán ser protegidos y revegetalizados según se indica en los siguientes numerales para evitar posibles procesos erosivos y de desestabilización.</p>
Modificación, rectificación y ampliación del alineamiento	Se busca llevar la vía a las condiciones óptimas para el tránsito mediante la adecuación de parámetros

Actividad	Descripción
	geométricos como radios de curvatura, pendientes longitudinales, entre otros.
Rellenos y terraplenes	<p>El volumen requerido para los rellenos podrá ser explotado de las zonas de corte del proyecto y/o de las canteras licenciadas en el área, con permisos para la explotación y comercialización de materiales pétreos, también se podrán utilizar materiales provenientes de plataformas y/o obras cercanas a abandonar que cumpla con las características técnicas requeridas.</p> <p>Durante la etapa de construcción de los rellenos se deberá garantizar la protección de fuentes de agua, cunetas, árboles existentes, drenajes, viviendas, etc., que estén adyacentes a la obra, Los rellenos con los que se conformarán los terraplenes serán compactados al 95% del proctor modificado.</p> <p>Para tramos críticos en los que las condiciones de la subrasante no sean competentes se podrán usar sistemas modulares de confinamiento en polietileno de alta densidad.</p>
Cuneteo, nivelación y compactación del terreno	<p>Toda vía por reconformar será escarificada, nivelada y compactada en su superficie; durante esta actividad se asegurará el cuneteo en los hombros de la vía con un ancho aproximado de 0,50 m y una profundidad de 0,10 m. Estas cunetas en tierra cumplen con el objeto de canalizar el agua de escorrentía hacia alcantarillas y áreas de drenaje natural.</p>
Estabilización de la capa de rodadura	<p>Para zonas críticas de tránsito el proyecto podrá contemplar la estabilización de las capas de rodadura con cemento tipo portland y/o emulsiones asfálticas de rompimiento lento, Este trabajo consiste en la escarificación de capa que se va a mezclar, hasta una profundidad de 10 cm aproximadamente de acuerdo con las especificaciones técnicas de PAREX y los tramos aprobados por diseño.</p> <p>Una vez suelto el material de la capa a estabilizar se acordonará con la motoniveladora y se adicionará el cemento / emulsión mezclándolo hasta su homogenización. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso.</p> <p>Posteriormente la mezcla será conformada, nivelada, compactada, curada y sellada de acuerdo con las especificaciones técnicas de Parex específicas para esta labor. Esta actividad no podrá ser ejecutada bajo condiciones climáticas de lluvia o riesgo de precipitación.</p> <p>Las dosificaciones variarán según la calidad del tramo a estabilizar, sin embargo, en promedio se aplicarán 75 Kg / m³ de material (cerca de 5% en peso), o 3 Lt emulsión asfáltica por metro cuadrado en promedio.</p>

Actividad	Descripción
Revegetación de taludes	<p>Esta actividad se refiere al perfilado de los taludes intervenidos de corte o terraplén en cualquier clase de material y su Revegetalización, la cual se realizará de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En taludes de pendiente baja o moderada la recuperación vegetal se hará con la siembra de semillas o estolón de especies herbáceas (pastos) de rápido crecimiento, También se podrá realizar mediante la disposición del material proveniente del descapote y riego para que germine sobre la superficie. ✓ En taludes de alta pendiente, luego de perfilar la superficie, se podrá realizar una hidrosiembra de especies herbáceas de rápido crecimiento y posteriormente proteger con agro textiles y geo mantos para mejorar su estabilidad. ✓ Posterior a la hidrosiembra se deberá garantizar una humectación adecuada para que las semillas germinen y crezca la vegetación sobre el talud.
Obras de contención y estabilización	<p>En caso de que los taludes presenten algún tipo de falla o inestabilidad geotécnica se construirán obras de contención como gaviones, muros en concreto, trinchos o tablestacados, etc., según los estudios y recomendaciones de diseños específicos para cada tramo.</p> <p>Los muros de gaviones se construyen con malla de alambre galvanizado, Hidrobloks, o en polipropileno formando canastas que se llenan con fragmentos de roca dura o material de relleno seleccionado. Su función es oponerse al movimiento de la masa fallada al inmovilizar la pata del deslizamiento al comportarse como estructuras flexibles para soportar deformaciones sin perder su capacidad estructural o sus funciones de revestimiento.</p> <p>Los muros de contención se utilizarán en caso de que se requiera detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permitan que estas asuman sus pendientes naturales, Estas condiciones se pueden llegar a presentar cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, estabilidad de la banca o de taludes, utilización de la estructura o economía.</p> <p>Los muros de contención contribuyen a resistir los esfuerzos debidos a la presión de tierra sobre el mismo, y este a su vez, se apoya en una cimentación por fuera</p>

Actividad	Descripción
	<p>de la masa inestable. Dentro de las opciones de materiales para construcción de muros de contención en este proyecto se contemplan el concreto, tubería y láminas de acero y madera, tierra armada, muros en gavión y demás soluciones civiles que permitan la estabilidad geotécnica.</p> <p>Cuando se identifiquen zonas de inestabilidad de taludes se podrán conformar trinchos laterales paralelos a la vía y/o plataforma a construir y servirán como sistema de contención. Las estructuras de estabilización seguirán los criterios determinados por los diseños de detalle. Los trinchos disipan la energía cinética del agua, controlan el arrastre de materiales, estabilizan el terreno y favorecen la recuperación de la vegetación.</p>
<p>Construcción de quiebrapatas</p>	<p>Los quiebrapatas son fosos en concreto reforzado o estructura metálica que se construyen sobre corredores viales y están cubiertos con una rejilla fabricada en tubería metálica para impedir el paso del ganado de un tramo a otro sobre la estructura. Generalmente se encuentran sobre las vías de conexión del área, por tratarse de predios dedicados a la ganadería; las estructuras existentes serán analizadas para definir si es necesario su refuerzo y extensión para permitir el paso de los equipos de perforación.</p> <p>Para nuevas estructuras requeridas sobre las vías a adecuar, su construcción se inicia con la excavación y colocación de la placa y muros de la estructura en concreto reforzado o estructura metálica y posteriormente se instala una rejilla fabricada en tubería de acero para permitir el paso vehicular, evitando el paso del ganado.</p>
<p>Construcción de cunetas</p>	<p>Las cunetas son estructuras para recolectar y conducir el agua lluvia que cae sobre la vía y el área aledaña, que por su pendiente transversal y los taludes llega hasta la cuneta para ser evacuada en las descargas hacia los lados de la vía. Se pueden conformar con motoniveladora en el suelo natural cuando la topografía es plana y poco erosionable.</p> <p>Cuando la topografía es montañosa y de mediana a alta pendiente se deben revestir en concreto u otro material sintético que permita encauzar el agua y evitar daño a la estructura de la vía.</p>
<p>Construcción de obras de drenaje</p>	<p>Consiste en la implementación de estructuras para el manejo y control de la escorrentía superficial, en las que se plantean la construcción de obras de arte que permitan la protección de la vía ante el deterioro que pueda generar el alto flujo de aguas lluvias en periodos de alta precipitación. De igual forma, se estima la construcción de estructuras para el paso sobre corrientes hídricas en sitios donde se requiera el tránsito sobre una estructura existente y esta no sea apta para las solicitudes de carga del proyecto o que se evidencia</p>

Actividad	Descripción
	<p>el paso sobre el flujo y no se encuentre ningún tipo de estructura. Cabe destacar que las intervenciones en los cruces de vías sobre corrientes hídricas requieren ocupación de cauce, las cuales pueden ser de mayor o menor envergadura de acuerdo con las características del drenaje, la descripción detallada de estas obras se encuentra en el Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Ocupaciones de Cauce.</p>
<p>Construcción de alcantarillas y box culvert</p>	<p>Todas las vías existentes que se vayan a utilizar para la movilización de los equipos del proyecto serán inspeccionadas y se identificará el estado y requerimiento de estructuras que garanticen el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía del área. En caso de que existan estructuras en mal estado, se adecuarán sea reparándolas y/o reemplazándolas para cumplir este propósito.</p> <p>Se evaluará técnicamente si se requiere su construcción en sitios puntuales de concentraciones de drenajes de agua, o la topografía demande la conductividad hidráulica del área. Las alcantarillas podrán ser circulares de tubería en concreto reforzado, metálicas o de material sintético tipo PVC, abovedadas o de sección rectangular tipo box culvert, de uno o más cuerpos según capacidad hidráulica requerida.</p>
<p>Construcción de puentes</p>	<p>Los puentes son estructuras que se diseñan y construyen para dar continuidad a los corredores viales sobre obstáculos como corrientes o depresiones topográficas. Los puentes existentes identificados en las áreas aledañas al proyecto están contruidos en concreto, con elementos metálicos o con una combinación de estos. Estas estructuras deben ser inspeccionadas para identificar si requieren algún tipo de refuerzo para soportar las cargas a las que estarán sometidas cuando los equipos del proyecto pasen sobre ellas.</p> <p>En caso de que alguna de las estructuras existentes se requiera reforzar debido a limitaciones de carga por el tráfico al que se estará sometida, se procederá a diseñar particularmente la solución y proceder con la mejora.</p> <p>Los puentes en concreto normalmente son reforzados con fibras de carbono a cortante y/o a tensión instaladas sobre los elementos estructurales que debieron haber sido previamente preparados y lavados. La preparación incluye el sellado de grietas y el grateo de la superficie para garantizar una correcta fijación de las fibras, También pueden requerir instalación de neopreno en sus apoyos, así como la instalación de ménsulas para la correcta distribución de esfuerzos según los diseños y normatividad existente.</p> <p>A los puentes metálicos existentes que requieren algún tipo de refuerzo se les implementan soluciones metalmecánicas que incluyen soldadura e instalación de elementos estructurales adicionales, en ambos</p>

Actividad	Descripción
	casos se debe diseñar la solución y procesar los permisos en caso de requerirse.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.1.3 Propuesta mantenimiento de vías

El detalle de las propuestas de mantenimiento de las vías existentes y caminos se establecerán en los diferentes Planes de Manejo Ambiental (PMA) específico. En este numeral se describen las principales actividades que conforman la estrategia de desarrollo para el mantenimiento de las vías descritas y que podrán ser utilizadas por la compañía durante la ejecución de los proyectos asociados al bloque.

Para la ejecución de las actividades de mantenimiento de vías en la **Tabla 2-37** se presentan las consideraciones y actividades para tener en cuenta.

Tabla 2-37 Actividades técnicas a tener en cuenta para mantenimiento de vías existentes

TIPO DE ADECUACIÓN VIAL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	APLICABLE EN
Remoción de cobertura vegetal, desmonte limpieza,	Actividades de limpieza del terreno y el desmonte necesario de las áreas cubiertas de rastrojo, maleza y pasto. Para el caso del mantenimiento de vías, la remoción consistirá en retirar la vegetación que ha invadido los bordes y calzada, con el fin de recuperar el área efectiva de la vía de maniobrabilidad y tránsito.	Descapote, desmonte y limpieza	Todas las vías identificadas que corresponderán mantenimiento vial y las que sean construidas por el proyecto, dentro del área de influencia físico-biótica.
		Rocería	
		Descope y desrame	
mejoramiento de la banca (Incluye excavaciones y rellenos)	Actividades requeridas para el mejoramiento de la capacidad estructural de la banca. Dependerán de la topografía del terreno, se buscará en lo posible realizar corte y relleno compensado.	Excavación / corte	
		Instalación de geotextiles	
		Rellenos	
		Compactación	
		Transporte de materiales	
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes	
		Transporte de materiales.	

TIPO DE ADECUACIÓN VIAL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	APLICABLE EN
Suministro, instalación y compactación de material granular	En tramos donde las condiciones de la capa de rodadura no sean óptimas se instalará material granular como capa de afirmado en un espesor que podrá variar entre 0,05 y 0,30 m o según diseños; debidamente compactado y con bombeo del 2 al 3%,	Instalación de material granular.	
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.	
Adecuación y conformación de cunetas	Esta labor se realizará con el objeto de mejorar el drenaje de la vía, preservando así su durabilidad. Se adecuarán las cunetas en tierra, concreto u otro material sintético que garantice el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía, con ancho variable entre 0,40 m y 1,0 m o según diseños, dependiendo de las necesidades,	Excavación y limpieza de sedimentos	
		Reconformación y/o perfilado de cunetas	
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes	
Reforzamiento / adecuación de obras de drenaje	Las estructuras que se encuentren en estado deficiente, que no cumplan los requerimientos de carga necesarios y/o que lo requieran, serán sometidas a reforzamiento y/o demolición y construcción de una nueva estructura, para esta última labor, se requiere el permiso de ocupación de cauce siempre y cuando estas obras intercepten drenajes naturales permanentes.	Limpieza.	
		Excavaciones.	
		Rellenos	
		Colocación de materiales drenantes.	
		Construcción de obras en concreto.	
		Transporte de material,	
Recolección, transporte y disposición de sobrantes.			
Instalación de señalización	Con el objeto de prevenir accidentes se instalarán señalización preventiva e informativa de tipo vertical siguiendo los lineamientos del INVIAS estipulados en el manual de Señalización vial.	Instalación, reparación y/o retiro de señales verticales	

TIPO DE ADECUACIÓN VIAL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	APLICABLE EN
Obras de estabilización o protección de taludes o banca, Puede incluir cortes y/o rellenos,	En caso de requerirse, se habilitarán, conformarán y/o construirán obras geotécnicas que garanticen la estabilidad y/o protejan los taludes de las vías,	Construcción obras de drenaje subsuperficial (filtros, drenes, etc.),	
		Obras geotécnicas (protección de taludes, trinchos, muros en concreto, gaviones).	
		Transporte de material.	
		Excavaciones en materiales varios.	
		Terraplenes y rellenos compactados	
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.	
		Empradización,	

**En las vías existentes en donde los anchos de la calzada sean menores a 5 metros, tanto en los tramos rectos y en curvas se podrá construir sobreanchos,
Fuente: PAREX, 2023.*

2.2.3.1.4 Construcción de vías

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita construcción de vías nuevas con un total máximo de 200 km para todo el proyecto; cada una de las vías tendrá una longitud de hasta 15 km, las cuales se construirán a partir de las vías existentes hacia las plataformas, facilidades de producción, ZODMEs centralizados y demás infraestructura que lo requiera.

Teniendo en cuenta la caracterización de la infraestructura vial en el área de influencia del proyecto, se identificaron 28 senderos y/o caminos que podrán ser objeto de construcción (23,78 km aproximadamente), al corresponder a senderos o trillos pocos definidos, y que son utilizados eventualmente para acceder a algunos predios, (**Tabla 2-38**).

Estos corredores serían proyectados, sin embargo, estos senderos y las vías que se requieran para construcción se presentarán en el PMA Específico.

Tabla 2-38 Senderos y/o caminos propuestos para construcción

ID	VÍA	PUNTO	ESTE	NORTE	OBSERVACIONES	LONGITUD (m)
1	V2.5.3	Inicio	4752349,57	1893976,74	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	932,70
		Fin	4752402,37	1894748,95		
2	V2.5.2.1	Inicio	4751829,08	1894465,86	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	540,14
		Fin	4752256,90	1894224,04		
3	V2.4.1.4	Inicio	4751264,94	1893066,90	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	151,24
		Fin	4751335,67	1893198,70		
4	V2.4.1.2	Inicio	4752192,85	1892931,89	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	3160,07
		Fin	4752094,12	1890495,64		
5	V2.22.1.3.1	Inicio	4759671,73	1900327,58	Construcción de tramo de vía nuevo para acceder al punto de Captación Superficial 08 a partir de la vía V2.22.1.3	361,14
		Fin	4759857,22	1900072,06		
6	V2.2.7	Inicio	4752694,09	1887888,01	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	609,64
		Fin	4753037,60	1888299,84		
7	V2.2.6	Inicio	4752376,92	1888282,53	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	541,68
		Fin	4752852,97	1888332,19		

ID	VÍA	PUNTO	ESTE	NORTE	OBSERVACIONES	LONGITUD (m)
8	V2.2.5	Inicio	4752224,33	1888543,32	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	676,34
		Fin	4752838,50	1888596,31		
9	V2.2.3.1	Inicio	4757976,60	1888947,81	Construcción de tramo de vía nueva para acceder al punto de captación superficial 01 a partir de la vía V2.2.3	56,71
		Fin	4758014,36	1888987,56		
10	V2.2.2.2	Inicio	4752553,98	1887729,25	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1078,37
		Fin	4753143,47	1887434,56		
11	V2.2.2.1	Inicio	4752098,07	1887546,42	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	606,23
		Fin	4751712,45	1887878,37		
12	V2.2.2	Inicio	4752687,26	1887888,03	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1556,31
		Fin	4751590,55	1887059,63		
13	V2.2.1	Inicio	4752111,94	1888760,02	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1176,89
		Fin	4751338,72	1888256,92		
14	V2.16.8	Inicio	4748482,30	1905850,18	Vía de orden terciario (INVIAS) tipo 6 (IGAC), sin obras de drenaje, huella dejada por tránsito de vehículos	900,48
		Fin	4748209,88	1905307,17		
15	V2.16.6	Inicio	4753349,59	1899681,52	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1182,43

ID	VÍA	PUNTO	ESTE	NORTE	OBSERVACIONES	LONGITUD (m)
		Fin	4752310,28	1899317,17		
16	V2.16.5	Inicio	4752961,35	1898421,75	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	328,38
		Fin	4752712,72	1898599,83		
17	V2.16.4.1	Inicio	4751769,62	1897751,94	Construcción de tramo de vía nuevo para acceder al punto de captación 10 a partir de la vía V2.16.4	73,56
		Fin	4751700,83	1897738,23		
18	V2.13	Inicio	4747905,76	1888902,33	Construcción de tramo de vía nuevo para acceder al punto de captación 04 a partir de la V2	79,81
		Fin	4747873,17	1888970,63		
19	V2.10.1.3.2	Inicio	4758925,17	1890023,12	Vía tipo 6 (IGAC), capa de rodadura sobre terreno natural.	405,44
		Fin	4759255,22	1889949,82		
20	V2.10.1.3.1	Inicio	4758283,50	1890207,64	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	875,48
		Fin	4758845,94	1890652,65		
21	V2.10.1.1	Inicio	4758331,90	1891845,65	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	2054,51
		Fin	4757694,80	1893489,25		
22	V1.2.4	Inicio	4749489,57	1898605,91	Construcción de tramo de vía nuevo para acceder al punto de captación 07 a partir de la V1.2	282,21
		Fin	4749704,51	1898598,69		

ID	VÍA	PUNTO	ESTE	NORTE	OBSERVACIONES	LONGITUD (m)
23	V1.2.1.1	Inicio	4749091,30	1898570,37	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	921,10
		Fin	4749133,94	1897745,22		
24	V1.2.1	Inicio	4749293,27	1898685,61	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	703,40
		Fin	4748674,80	1898592,82		
25	V1.1.6.1	Inicio	4748808,41	1896494,95	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	326,18
		Fin	4748658,68	1896767,76		
26	V1.1.5.1	Inicio	4747789,39	1896272,54	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1920,36
		Fin	4748676,56	1896921,60		
27	V1.1.4.1	Inicio	4747198,14	1897906,94	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	1567,57
		Fin	4747792,34	1896816,59		
28	V1.1.3	Inicio	4748748,56	1895927,70	Vía tipo 7 (IGAC), sendero sobre terreno natural	711,80
		Fin	4748837,09	1895469,40		

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Los trazados definitivos de correspondientes a las vías a mantener, adecuar y/o construir serán presentados en el respectivo PMA específico, con sus respectivos diseños.

2.2.3.1.5 Alternativas de trazado y especificaciones técnicas de las vías a construir y/o adecuar

2.2.3.1.5.1 Alternativas de trazado

Para las vías nuevas a construir, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

- ✓ Determinantes ambientales especificados en la Zonificación del Manejo Ambiental.
- ✓ Localización de las plataformas para la perforación de nuevos pozos.
- ✓ Se evitará el fraccionamiento de potreros, procurando que sea paralelo a las cercas existentes o huellas o caminos hasta donde sea posible.
- ✓ Contará con la concertación previa de los propietarios bajo la modalidad de servidumbre, mejoras de infraestructura existente o compra, o los determinantes legales según aplique.
- ✓ Los alineamientos atenderán a condiciones de ingeniería que no impliquen la construcción de obras adicionales.
- ✓ Se respetarán las distancias mínimas a los cuerpos de agua según la normatividad ambiental vigente.
- ✓ Preferiblemente se desarrollarán las actividades constructivas en época de estiaje para minimizar la afectación sobre los recursos y principalmente sobre las fuentes hídricas de la zona, en caso de que aplique, sin embargo, en caso de que la construcción sea en época diferente se aplicaran las medidas establecidas para dichas actividades.

2.2.3.1.5.2 Especificaciones técnicas

Las especificaciones propuestas tanto para construcción y adecuación de vías para el desarrollo del proyecto se presentan en la **Tabla 2-39** y sus trazados y diseños se realizarán de acuerdo con las necesidades de los proyectos en el Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-39 Especificaciones técnicas de las vías a construir y/o adecuar

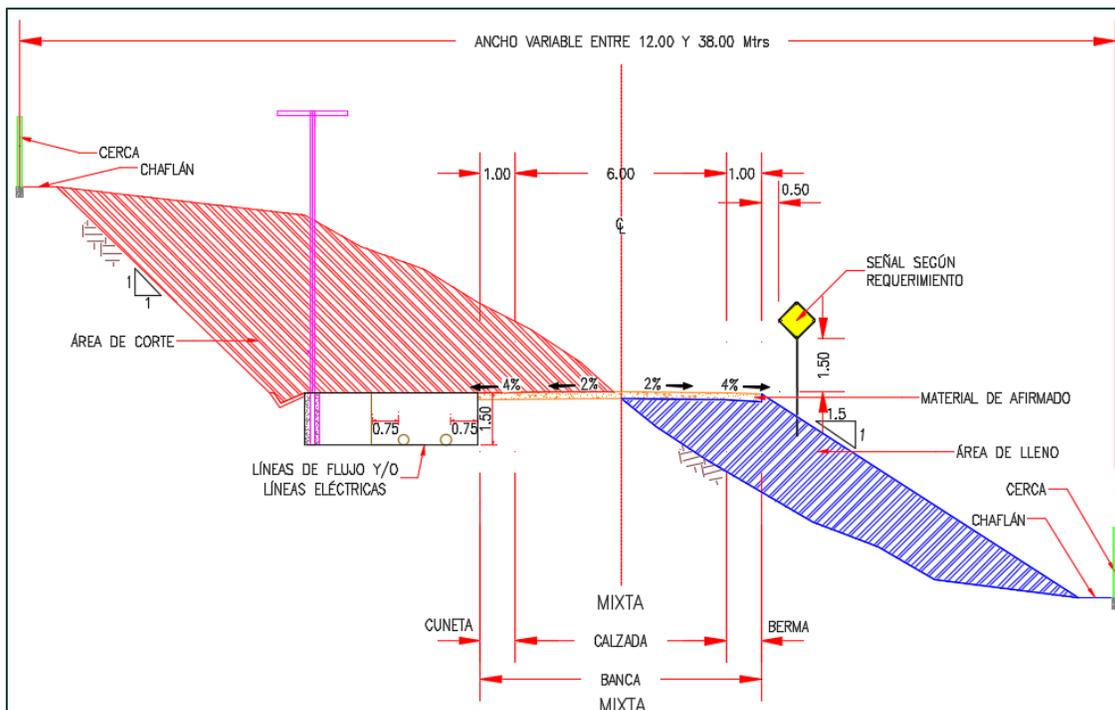
ÍTEM		ESPECIFICACIÓN
Velocidad de diseño		40 km/h
Derecho de vía		12 m a 38 m
Ancho de banca (*)		5,5 m a 10,0 m
Ancho de calzada (*)		3,5 m a 8,0 m
Espesor del afirmado (*)		Según diseño y características del terreno
Radio de curvatura		Mínimo de 22 m
Bombeo		1% a 3%
Pendiente longitudinal		Menor al 15%
Taludes de corte	Pendiente	0,5 - 1H: 1V
	Altura	Depende topografía de la zona

ÍTEM		ESPECIFICACIÓN
Taludes de terraplén	Pendiente	0,5 – 2H: 1V
	Altura (*)	Depende de la topografía de la zona
Cunetas (*)		Donde se requiera
Altura de terraplén (*)		Según diseño y características del terreno

(*) Según sea necesario y/o diseños específicos,

Fuente: PAREX, 2023.

Dentro del derecho de vía de 38 metros para las vías, se contempla la instalación de líneas de flujo, líneas eléctricas y las zonas de préstamo lateral solicitadas para esta estrategia de desarrollo, tal como se observa en la **Figura 2-44**.



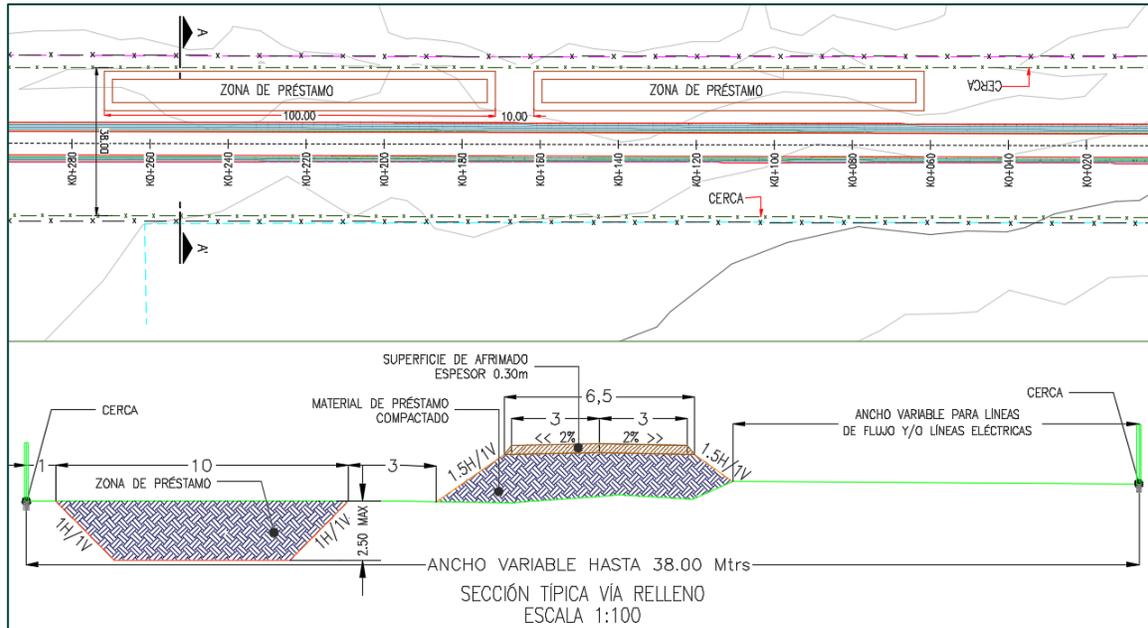


Figura 2-44. Distribución tipo del derecho de vía para vías

Fuente: PAREX, 2023

A continuación, se presenta la sección transversal de los tramos de vías a construir dentro del Área de Desarrollo VSM-37, sin zonas de préstamo lateral.

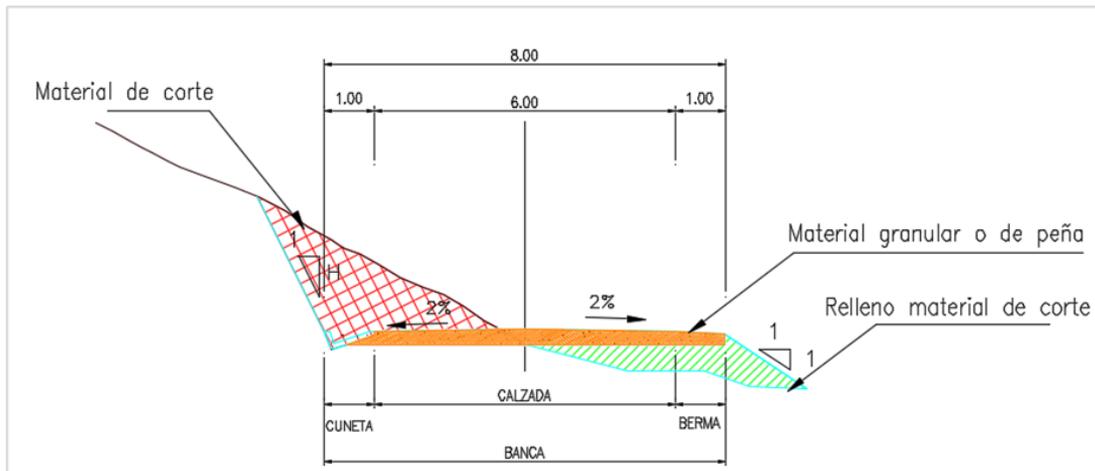


Figura 2-45. Sección transversal de vía a construir.

Fuente: PAREX, 2023

Los taludes de corte y de relleno se perfilarán según rango de pendientes descritas en la **Tabla 2-39** y en caso de encontrar materiales más o menos competentes se evaluará su pendiente conjuntamente con la interventoría del proyecto, siempre garantizando la estabilidad de los mismos, los taludes de corte y relleno deberán ser protegidos y

revegetalizados según se indica en los siguientes numerales para evitar posibles procesos erosivos y de desestabilización.

2.2.3.1.6 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo

2.2.3.1.6.1 Métodos constructivos

2.2.3.1.6.1.1 Localización y Replanteo

Mediante el uso de equipos topográficos se materializarán con estacas los puntos que delimiten las zonas de intervención de la vía para su respectiva adecuación y conformación.

2.2.3.1.6.1.2 Desmante y descapote

El trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desmante necesario de las áreas cubiertas de rastrojo, maleza y pasto.

En zonas donde se evidencien árboles sobre los corredores viales que tengan ramas bajas y que interfieran con el tránsito de cargas se procederá al descope de los mismos, cortando y picando las ramas para su posterior disposición.

El material resultante del descapote será dispuesto en los taludes para su revegetalización y control de erosión, además podrán ser dispuestos en zonas previamente autorizadas y acordadas con la interventoría del proyecto.

2.2.3.1.6.1.3 Cortes, excavaciones y rellenos compensados

Sobre los corredores existentes y definidos en el proyecto, se procederá a realizar el corte del terreno para obtener las cotas de diseño. Para esto se utilizará maquinaria y control topográfico de la actividad, con el fin de garantizar que los cortes se hagan de acuerdo con lo contemplado en los diseños.

El material proveniente del corte que cumpla con las características y requerimientos técnicos del proyecto podrá ser utilizado para conformar el relleno de la banca y/o de las zonas que por diseño deban ser rellenadas.

Los taludes de corte y de relleno se perfilarán según rango de pendientes descritas en la **Tabla 2-39** y en caso de encontrar materiales con condiciones óptimas de estabilidad, se evaluará su pendiente con la interventoría del proyecto, siempre garantizando la estabilidad de estos.

Los taludes de corte y relleno deberán ser protegidos y revegetalizados según se indica en los siguientes numerales para evitar posibles procesos erosivos y de desestabilización.

2.2.3.1.6.1.4 Rellenos y terraplenes

El volumen requerido para los rellenos podrá ser explotado de las zonas de corte del proyecto y/o de las canteras licenciadas en el área, con permisos para la explotación y comercialización de materiales pétreos.

También se podrán utilizar materiales provenientes de alguna plataforma o proyecto cercano a abandonar del mismo bloque que cumpla con las características técnicas requeridas.

Durante la etapa de construcción de los rellenos se deberá garantizar la protección de fuentes de agua, cunetas, árboles existentes, drenajes, viviendas, etc., que estén adyacentes a la obra, Los rellenos con los que se conformarán los terraplenes serán compactados al 95% del proctor modificado.

Para tramos críticos en los que las condiciones de la subrasante no sean competentes se podrán usar sistemas modulares de confinamiento en polietileno de alta densidad.

2.2.3.1.6.1.1 Construcción de zonas de préstamo lateral

En la adecuación y construcción de vías para el Área de Desarrollo VSM-37, se contempla la implementación de zonas de préstamo lateral, las cuales se proyectan con las siguientes especificaciones:

Tabla 2-40 Especificaciones técnicas estimadas para extracción de material de préstamo lateral para vías de acceso

ITÉM	ESPECIFICACIÓN
Área proyectada por cada zona de préstamo.	Hasta 0,1 ha
Longitud proyectada por cada zona de préstamo.	Hasta 100 m
Ancho proyectado por cada zona de préstamo.	Hasta 10 m
Profundidad proyectada por cada zona de préstamo.	Hasta 2,5 m
Distancia proyectada entre cada zona de préstamo.	Hasta 10 m
Talud del préstamo	Variable 1H:1V – 2H: 1V
Volumen máximo para aprovechar por cada zona de préstamo	3000 m ³

**Nota: es importante resaltar que las dimensiones de ancho y longitud pueden variar de acuerdo con las necesidades del proyecto sin exceder el área proyectada en ningún caso.*

Fuente: PAREX, 2023.

De acuerdo con lo anterior se estima hacer uso de material por cada zona de préstamo a implementar en las vías (hasta 0,1 ha cada una) un volumen máximo de 3000 m³.

Es importante resaltar que las cantidades de zonas de préstamo a construir para las vías, las condiciones de cada una, como también el volumen máximo a aprovechar se presentarán en cada Plan de Manejo Ambiental (PMA) específico del proyecto.

A continuación, se ofrece un análisis complementario y expansión sobre los aspectos técnicos de las zonas de préstamo lateral para vías, las cuales se pueden observar en la Figura 2-44:

Especificaciones Técnicas:

1. *Área, Longitud, Ancho y Profundidad:* La Tabla 2-40 detalla las dimensiones estimadas para cada zona de préstamo lateral, con un área proyectada de hasta 0,1 ha, longitud de hasta 100 m, ancho de hasta 10 m y profundidad de hasta 2,5 m. Estas dimensiones son fundamentales para garantizar la viabilidad del proyecto y deben ajustarse según las necesidades específicas, siempre respetando el área proyectada.
2. *Distancia entre Zonas de Préstamo:* Se establece una distancia proyectada de hasta 10 m entre cada zona de préstamo, lo que contribuye a una distribución espacial eficiente y minimiza posibles impactos ambientales.
3. *El talud de las zonas de préstamo se especifica en un rango variable de 1H:1V a 2H:1V.* Este diseño busca garantizar la estabilidad del talud, adaptándose a las características geotécnicas del terreno.
4. *Se establece un límite de 3000 m³ como el volumen máximo a aprovechar por cada zona de préstamo.* Esta limitación contribuye a la gestión eficiente de los recursos y minimiza posibles impactos ambientales.
5. *Se destaca la flexibilidad en las dimensiones de ancho y longitud, permitiendo ajustes según las necesidades del proyecto, siempre y cuando no se exceda el área proyectada.*

En cuanto, los métodos constructivos de las zonas de préstamo lateral, como localización y replanteo, desmonte y descapote, cortes y excavaciones, revegetalización, y obras de contención y estabilización, son parte de las prácticas comunes en la construcción de vías y proyectos de infraestructura vial. Estos métodos se emplean para preparar el terreno, gestionar el material, garantizar la estabilidad y minimizar impactos ambientales.

La implementación de las zonas de préstamo conforma parte integral para la construcción de vías, donde la consideración ambiental, la seguridad y la eficiencia son factores claves y su adecuada implementación garantiza la calidad y la durabilidad de la infraestructura vial, al tiempo que se minimizan los impactos negativos en el entorno alineándose con los principios sostenibles y regulaciones ambientales para asegurar la gestión responsable de los recursos naturales y la preservación del ecosistema circundante. A continuación, se describe los métodos constructivos:

1. *Localización y Replanteo:* Incluye la identificación y marcado preciso de las zonas de préstamo de acuerdo con el diseño del proyecto.
2. *Desmonte y Descapote:* Implica la remoción de vegetación y capas superficiales para acceder al material de préstamo.
3. *Cortes y Excavaciones:* Comprende la extracción del material de préstamo de acuerdo con las especificaciones técnicas, utilizando métodos que minimicen el impacto ambiental.

La implementación de "Zonas de préstamo lateral" para la extracción de material de préstamo en zonas alejadas, donde no existen canteras autorizadas cercanas a las vías a construir, conlleva varias ventajas, especialmente en términos de reducción de impactos ambientales, optimización de recursos y minimización de emisiones de gases. Ya que, al realizar cortes y excavaciones en las proximidades de la obra, se elimina la necesidad de transportar grandes cantidades de material desde canteras distantes. Esto contribuye significativamente a la reducción de

emisiones de gases contaminantes asociadas al transporte de material, disminuyendo la huella de carbono del proyecto.

La extracción de material localmente evita el consumo adicional de energía que estaría involucrado en el transporte de grandes volúmenes de material desde canteras remotas.

La extracción de material de préstamo directamente del área de construcción minimiza las perturbaciones locales en comparación con la apertura de nuevas canteras. Esto es especialmente importante en zonas sensibles o áreas donde la preservación del paisaje es esencial. Además, que, al utilizar el material disponible en el sitio, se optimizan los recursos locales de manera más eficiente. Esto puede incluir la reutilización de tierras excavadas y la minimización de la necesidad de importar grandes cantidades de material externo.

Por último, al evitar el transporte de material a largas distancias, se reduce el riesgo de accidentes asociados con el transporte, como derrames de combustible u otros incidentes que podrían tener impactos ambientales negativos. La adopción de "Zonas de Préstamo Lateral" en áreas remotas, donde no hay canteras autorizadas cercanas, representa una estrategia que minimiza los impactos negativos.

4. **Revegetalización:** Posterior a la extracción, se implementa la revegetalización para restaurar la cobertura vegetal y mitigar posibles efectos adversos en el entorno.
5. **Obras de Contención y Estabilización:** Incluye la implementación de estructuras para garantizar la estabilidad del talud del préstamo y prevenir posibles deslizamientos.

La conformación de zonas de préstamo lateral en la adecuación y construcción de vías es un aspecto crucial para garantizar la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas y el método de conformación para llevar a cabo esta tarea:

Especificaciones técnicas:

- Se deben incorporar medidas de drenaje para evitar acumulaciones de agua en la zona de préstamo. Esto puede incluir la instalación de cunetas, tuberías de drenaje o la creación de pendientes adecuadas.
- El perfil de la zona de préstamo debe seguir las pendientes y curvas necesarias para garantizar un drenaje eficiente y minimizar la posibilidad de erosión. Además, se deben tener en cuenta las características del terreno circundante.
- Durante la construcción, se deben establecer medidas de señalización y protección para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios de la vía. Esto puede incluir barreras, señales de advertencia y demarcación visible.

Métodos de Conformación:

1. Realizar un levantamiento topográfico detallado del área para comprender la topología del terreno y determinar las pendientes y curvas necesarias.
2. Excavar la zona de préstamo de acuerdo con las dimensiones especificadas, prestando especial atención a la calidad del material excavado.

3. *Transportar el material excavado a la zona de préstamo y depositarlo de manera uniforme. Asegurarse de que la compactación se realice a medida que se deposita el material.*
4. *Para la compactación se utilizarán equipos adecuados para lograr la densidad requerida para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas.*
5. *Obras de Drenaje, se instalarán con sistemas de drenaje según sea necesario para prevenir problemas de acumulación de agua.*

Estas especificaciones y métodos proporcionan una base sólida para la conformación de zonas de préstamo lateral en proyectos de adecuación y construcción de vías, contribuyendo a la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial.

2.2.3.1.6.1.2 Cuneteo, nivelación y compactación del terreno

Toda vía por reconfigurar será escarificada, nivelada y compactada en su superficie; durante esta actividad se asegurará el cuneteo en los hombros de la vía con un ancho aproximado de 0,50 m y una profundidad de 0,10 m. Estas cunetas en tierra cumplen con el objeto de canalizar el agua de escorrentía hacia alcantarillas y áreas de drenaje natural.

2.2.3.1.6.1.3 Estabilización de capa de rodadura

Para zonas críticas de tránsito el proyecto podrá contemplar la estabilización de las capas de rodadura con cemento tipo portland y/o emulsiones asfálticas de rompimiento lento. Este trabajo consiste en la escarificación de capa que se va a mezclar, hasta una profundidad de 10 cm aproximadamente de acuerdo con las especificaciones técnicas de PAREX.

Una vez suelto el material de la capa a estabilizar se acordonará con la motoniveladora y se adicionará el cemento / emulsión mezclándolo hasta su homogenización. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso.

Posteriormente la mezcla será conformada, nivelada, compactada, curada y sellada de acuerdo con las especificaciones técnicas de Parex. Esta actividad no podrá ser ejecutada bajo condiciones climáticas de lluvia o riesgo de precipitación.

Las dosificaciones variarán según la calidad del tramo a estabilizar, sin embargo, en promedio se aplicarán 75 Kg / m³ de material (cerca de 5% en peso), o 3 Lt emulsión asfáltica por metro cuadrado en promedio.

Así mismo, se plantea la opción de realizar mejoramientos a nivel de capa de rodadura mediante la aplicación de mezclas densas asfálticas en caliente o frío, y/o pavimento en concreto hidráulico, para lo cual se deberá tener en cuenta la normatividad INVIAS para el diseño de dichas estructuras y las especificaciones técnicas adjuntas al presente documento.

2.2.3.1.6.1.4 Revegetalización de taludes

Esta actividad se refiere al perfilado de los taludes intervenidos de corte o terraplén en cualquier clase de material y su Revegetalización, la cual se realizará de la siguiente manera:

- ✓ En taludes de pendiente baja o moderada la recuperación vegetal se hará con la siembra de semillas o estolón de especies herbáceas (pastos) de rápido crecimiento. También se podrá realizar mediante la disposición del material proveniente del descapote y riego para que germine sobre la superficie.
- ✓ En taludes de alta pendiente, luego de perfilar la superficie, se podrá realizar una hidrosiembra de especies herbáceas de rápido crecimiento y posteriormente proteger con agro textiles y geo mantos para mejorar su estabilidad.
- ✓ Posterior a la hidrosiembra se deberá garantizar una humectación adecuada para que las semillas germinen y crezca la vegetación sobre el talud.



Fotografía 2-1 Revegetalización de taludes

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.1.6.1.5 Obras de contención y estabilización

En caso de que los taludes presenten algún tipo de falla o inestabilidad geotécnica se construirán obras de contención como gaviones, muros en concreto, trinchos o tablestacados, etc, según los estudios y recomendaciones de diseños específicos para cada tramo.

Los muros de gaviones se construyen con malla de alambre galvanizado, Hidrobloks, o en polipropileno formando canastas que se llenan con fragmentos de roca dura o material de relleno seleccionado. Su función es oponerse al movimiento de la masa fallada al inmovilizar la pata del deslizamiento al comportarse como estructuras flexibles para soportar deformaciones sin perder su capacidad estructural o sus funciones de revestimiento.

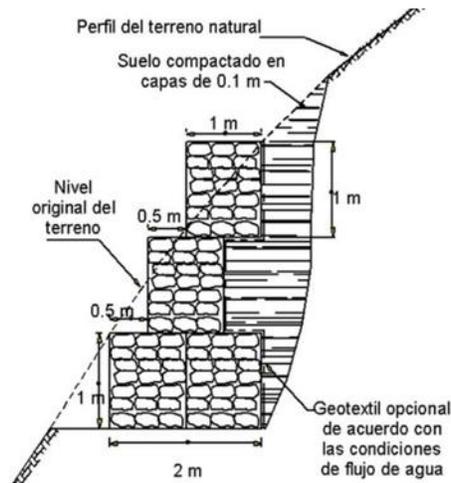


Figura 2-46. Muro en gaviones de piedra

Fuente: PAREX, 2023

Los muros de contención se utilizarán en caso de que se requiera detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permitan que estas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se pueden llegar a presentar cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, estabilidad de la banca o de taludes, utilización de la estructura o economía.

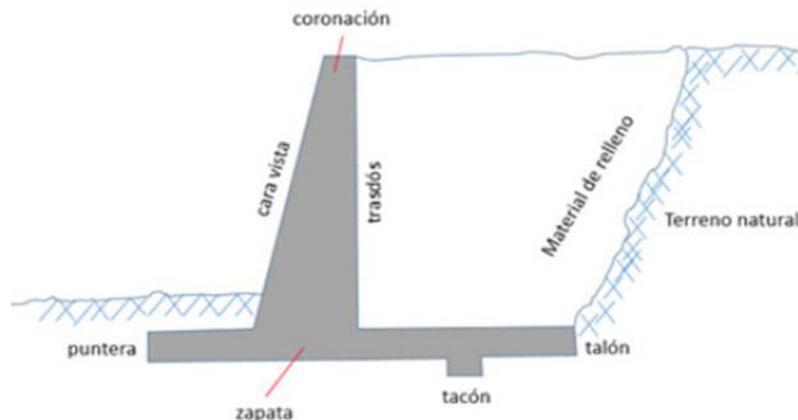


Figura 2-47. Muro de contención

Fuente: PAREX, 2023

Los muros de contención contribuyen a resistir los esfuerzos debidos a la presión de tierra sobre el mismo, y este a su vez, se apoya en una cimentación por fuera de la masa inestable. Dentro de las opciones de materiales para construcción de muros de contención en este proyecto se contemplan el concreto, tubería y láminas de acero y madera, tierra armada, muros en gavión y demás soluciones civiles que permitan la estabilidad geotécnica.

2.2.3.1.6.1.6 Construcción de quiebrapatras

Los quiebrapatras son fosos en concreto reforzado o estructura metálica que se construyen sobre corredores viales y están cubiertos con una rejilla fabricada en tubería metálica para impedir el paso del ganado de un tramo a otro sobre la estructura. Generalmente se encuentran sobre las vías de conexión del área, por tratarse de predios dedicados a la ganadería, **Figura 2-49**.

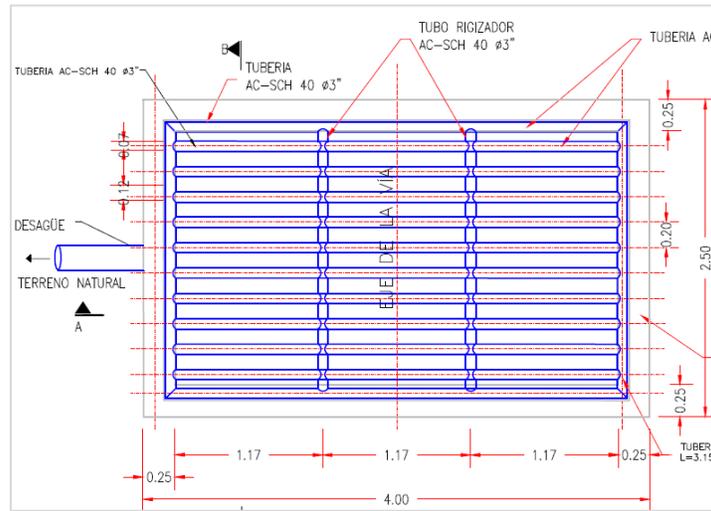


Figura 2-49 Quiebrapatras

Fuente: PAREX, 2023

Para nuevas estructuras requeridas sobre las vías del proyecto, su construcción se inicia con la excavación y colocación de la placa y muros de la estructura en concreto reforzado o estructura metálica y posteriormente se instala una rejilla fabricada en tubería de acero para permitir el paso vehicular, evitando el paso del ganado.

2.2.3.1.6.1.7 Construcción de cunetas

Las cunetas son estructuras para recolectar y conducir el agua lluvia que cae sobre la vía y el área aledaña, que por su pendiente transversal y los taludes llega hasta la cuneta para ser evacuada en las descargas hacia los lados de la vía. Se pueden conformar con motoniveladora en el suelo natural cuando la topografía es plana y poco erosionable, **Figura 2-50**.

Cuando la topografía es de mediana a alta pendiente se deben revestir en concreto u otro material sintético que permita encauzar el agua y evitar daño a la estructura de la vía,

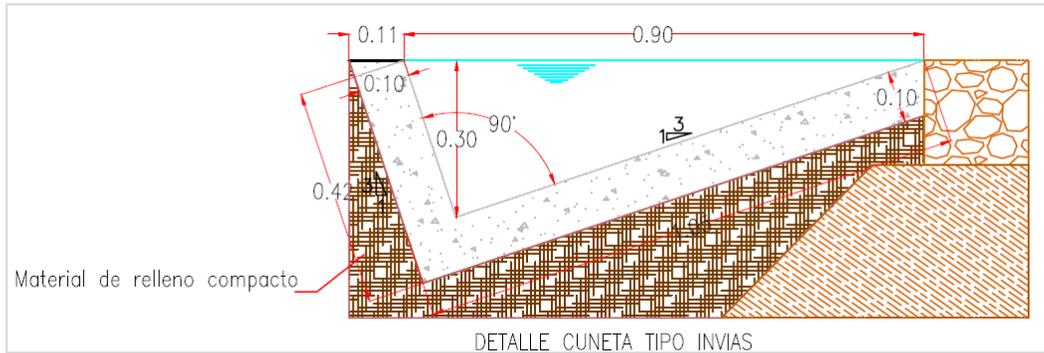


Figura 2-50 Cunetas

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.1.6.1.8 Construcción de obras de drenaje

Consiste en la implementación de estructuras para el manejo y control de la escorrentía superficial, en las que se plantean la construcción de obras de arte que permitan la protección de la vía ante el deterioro que pueda generar el alto flujo de aguas lluvias en periodos de alta precipitación. De igual forma, se estima la construcción de estructuras para el paso sobre corrientes hídricas en sitios donde se requiera el tránsito sobre una estructura existente y esta no sea apta para las solicitudes de carga del proyecto o que se evidencia el paso sobre el flujo y no se encuentre ningún tipo de estructura. Cabe destacar que las intervenciones en los cruces de vías sobre corrientes hídricas requieren ocupación de cauce, las cuales pueden ser de mayor o menor envergadura de acuerdo con las características del drenaje, la descripción detallada de estas obras se encuentra en el **Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales**.

2.2.3.1.6.1.9 Construcción de alcantarillas y box culvert

Todas las vías existentes que se vayan a utilizar para la movilización de los equipos del proyecto serán inspeccionadas y se identificará el estado y requerimiento de estructuras que garanticen el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía del área. En caso de que existan estructuras en mal estado, se adecuarán sea reparándolas y/o reemplazándolas para cumplir este propósito, **Figura 2-51**.

Se evaluará técnicamente si se requiere su construcción en sitios puntuales de concentraciones de drenajes de agua, o la topografía demande la conductividad hidráulica del área. Las alcantarillas podrán ser circulares de tubería en concreto reforzado, metálicas o de material sintético tipo PVC, abovedadas o de sección rectangular tipo box culvert, de uno o más cuerpos según capacidad hidráulica requerida.

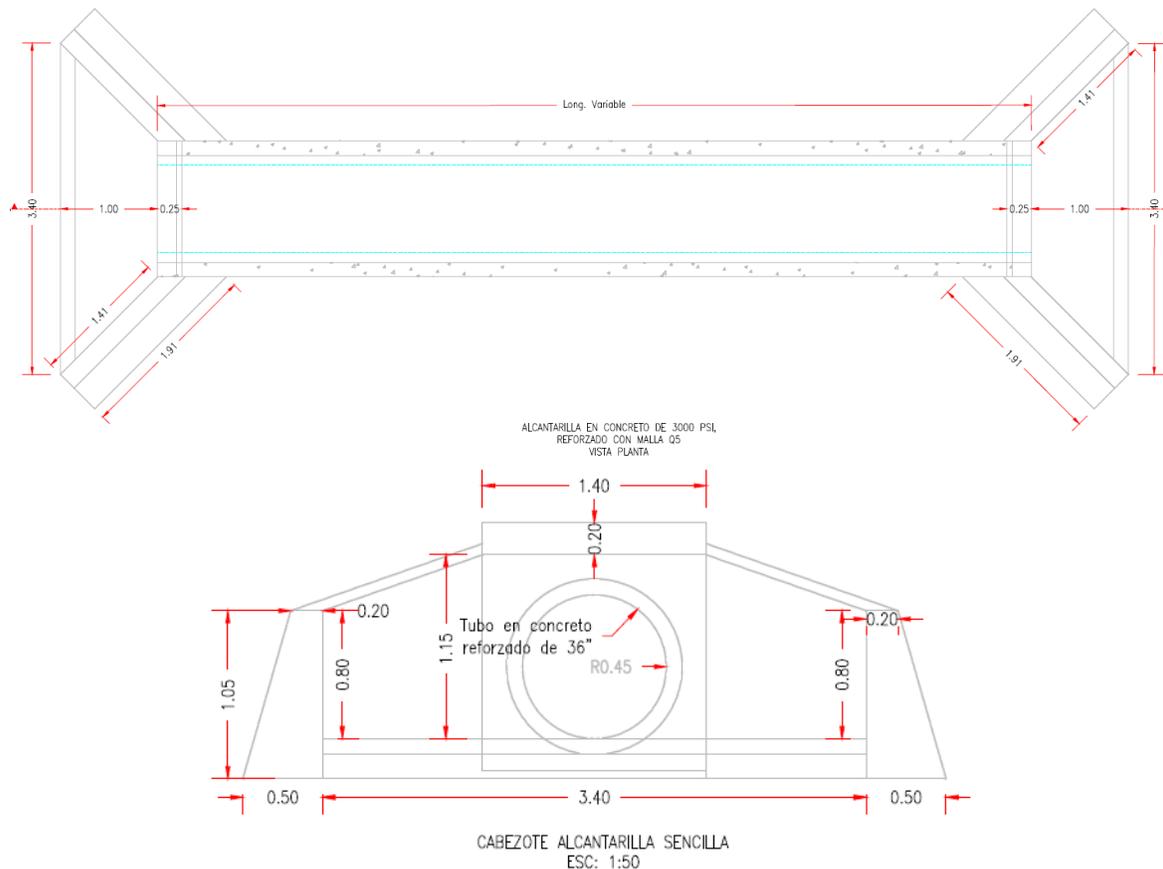


Figura 2-51 Alcantarillas

Fuente: PAREX, 2023

➤ Proceso constructivo alcantarillas

La construcción requiere el suministro, transporte, almacenamiento, colocación y manejo de tubería de 24" hasta 90" en concreto reforzado, PVC, metálica u otro material; considerando la construcción de elementos de protección (Cabezotes) y estructuras de entrada y salida con aletas de protección en concreto reforzado. Esta estructura es diseñada para permitir el flujo natural de cuerpos de agua y áreas inundadas en épocas de alta precipitación,

- ✓ Las alcantarillas pueden ser sencillas, dobles y/o múltiples, dependiendo de la capacidad de descarga hidráulica.
- ✓ Localización y replanteo: Consiste en ubicar en el terreno los alineamientos y niveles indicados en los planos de diseño referenciándolos con equipos topográficos (estaciones, niveles, plomadas, cinta métrica entre otros), y herramienta menor como estacas de madera, puntillas, alambres e hilos.
- ✓ Desvío de la corriente: Teniendo en cuenta que estas estructuras se construirán en épocas de baja precipitación, esta actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío de la corriente, de tal manera que permita realizar las actividades sin alterar el flujo natural. Es recomendable realizar obras de estabilización como trinchos

en madera y sacos suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente.

- ✓ Preparación del terreno: Consiste en el descapote, excavación y perfilada del terreno a una altura igual o mayor a la del terreno natural ya sea a máquina o a mano según las dimensiones presentadas en los planos.
- ✓ Rellenos: Implica el suministro, extendida y compactación del material de relleno de acuerdo con las especificaciones indicadas por el geotecnista y que por lo general corresponde a un valor mayor al 95% del próctor modificado.
- ✓ Solado: Una vez preparada la superficie, se colocará una capa de concreto de 1,500 psi de espesor igual a 5 cm o el establecido por el Interventor.
- ✓ Instalación de la tubería: La tubería se colocará mientras el concreto del solado esté fresco, con la precaución de mantener la tubería alineada y el fondo siguiendo la pendiente actual del terreno o la pendiente de diseño. Las juntas de los tubos deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.
- ✓ Atraque: Una vez instalados los tubos en la mezcla, y endurecido el mortero o la lechada de las juntas, se atracarán a los lados, con una mezcla igual a la utilizada en el solado o con material granular hasta una altura no menor de un cuarto (1/4) del diámetro exterior del tubo.
- ✓ Estructuras de entrada, salida y aletas de protección (cabezotes): Para esta actividad inicialmente se amarrará el acero de refuerzo, luego se procederá a instalar formaleta adecuada para estas estructuras y finalmente vaciar y vibrar el concreto de 3,000 psi.
- ✓ Relleno: Una vez el atraque haya curado, se efectuará la extendida y compactación del relleno con material seleccionado hasta lograr las cotas requeridas de la vía.
- ✓ Actividades de finalización: Las actividades consisten en retirar todos los materiales sobrantes de construcción y redirigir el flujo de la corriente hacia la estructura nueva.
- ✓ Se podrá utilizar otro tipo de materiales y tecnologías que permitan el buen funcionamiento y evacuación de escorrentías siempre y cuando se garantice que no afecte el medio ambiente.

Se construirán Box Culvert sencillos o dobles dependiendo de la profundidad, el ancho y el caudal de la corriente a cruzar. El espesor de la placa superior, placa inferior, muros laterales y de las aletas contará con el espesor de diseño en cada caso y serán reforzadas según se requiera. En la **Figura 2-52** se presenta los esquemas de box culvert tipo.

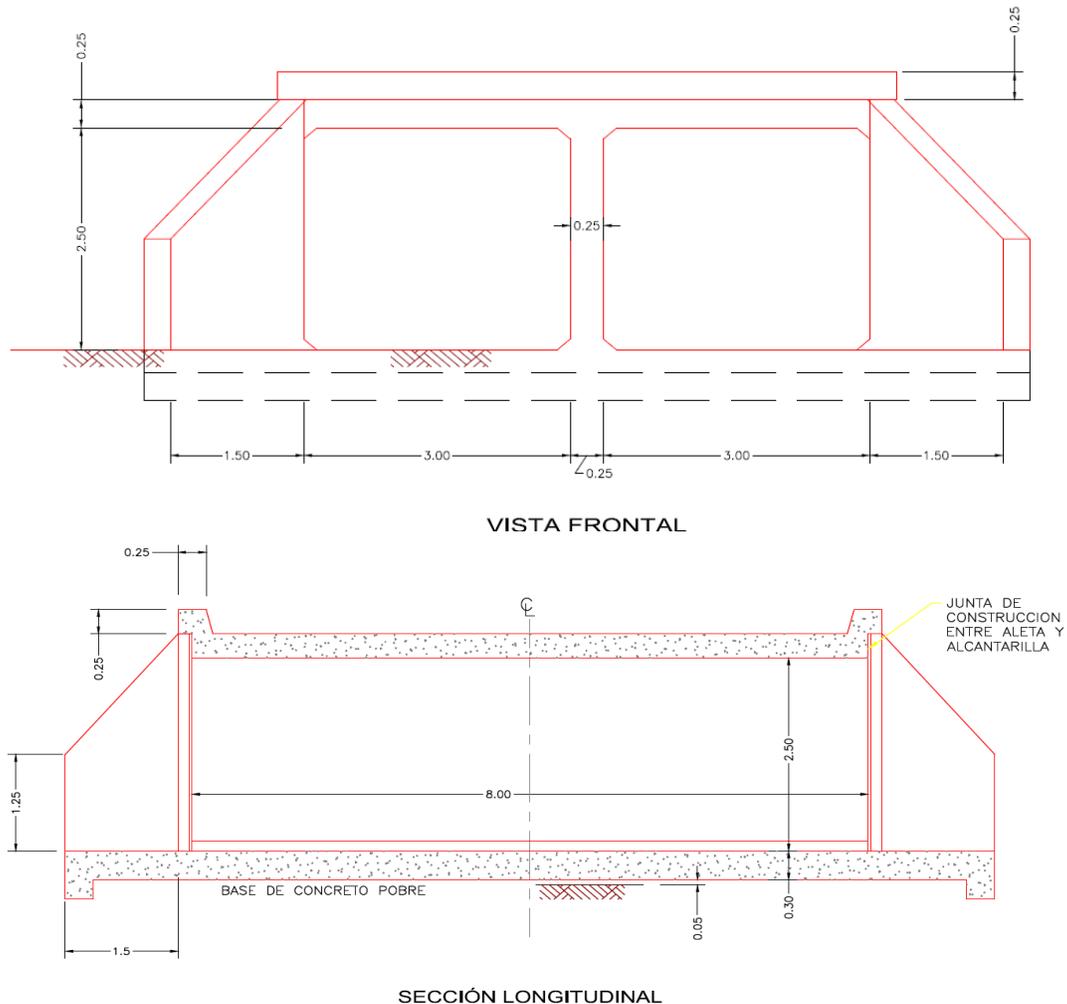


Figura 2-52 Box culvert

Fuente: PAREX, 2023

➤ Proceso constructivo Box Culvert,

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

- ✓ Localización y replanteo: Consiste en ubicar en el terreno los ejes y elementos correspondientes a la cimentación y la estructura que se va a construir.
- ✓ Desvío de la corriente: Esta tarea se puede realizar con mayor seguridad y eficiencia en época de menor precipitación, donde los caudales disminuyen y se facilita su manejo. La actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío de la corriente a intervenir, de tal manera que permita realizar las actividades sin interrupciones del flujo. Es recomendable instalar trinchos y sacos rellenos de suelo para evitar la erosión lateral

- y el aporte de sedimentos a la corriente; así como seguir las recomendaciones hechas por la respectiva autoridad ambiental, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.
- ✓ Preparación del Terreno: Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación.
 - ✓ Cimentación: Implica la construcción de placa, vigas o atraque en concreto ciclópeo con el objetivo de apoyar y transmitir las cargas de la propia estructura y las generadas por la vía y tránsito de vehículos.
 - ✓ Placa de fondo: Esta etapa consiste en el amarre del refuerzo en ambos sentidos según el diseño, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3,000 psi para conformar una placa maciza de espesor variable sobre la cual se construirán los muros del box, Se debe prever la instalación del acero de arranque para los muros.
 - ✓ Muros: Está actividad consiste en el amarre del refuerzo, en la instalación, apuntalamiento y alineamiento de la formaleta, en el vaciado y vibrado de concreto de 3,000 psi para los muros que conforman el box. Luego de fundidos los muros se verificarán la verticalidad de estos.
 - ✓ Placa superior: La actividad involucra, la instalación de la formaleta, el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según los diseños, vaciado y vibrado de concreto de 3,000 psi, para conformar una placa de espesor variable que sirva de soporte a la estructura de la vía.
 - ✓ Aletas: La labor consiste en la construcción de los muros de contención de los materiales de relleno laterales y estabilización de la banca.
 - ✓ Rellenos: Consiste en extender y compactar el material designado para la base y sub-base de la vía; así como los espacios conformados por las aletas de confinamiento por lo menos al 95% del próctor modificado.
 - ✓ Actividades de restauración: Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización. En esta etapa se debe redirigir el flujo de la corriente hacia la estructura nueva y a su cauce original.

2.2.3.1.6.1.10 Construcción de puentes

Los puentes son estructuras que se diseñan y construyen para dar continuidad a los corredores viales sobre obstáculos como corrientes o depresiones topográficas. Los puentes existentes identificados en las áreas aledañas al proyecto están contruidos en concreto, con elementos metálicos o con una combinación de estos. Estas estructuras deben ser inspeccionadas para identificar si requieren algún tipo de refuerzo para soportar las cargas a las que estarán sometidas cuando los equipos del proyecto pasen sobre ellas.

En caso de que alguna de las estructuras existentes se requiera reforzar debido a limitaciones de carga por el tráfico al que se estará sometida, se procederá a diseñar particularmente la solución y proceder con la mejora.

Los puentes en concreto normalmente son reforzados con fibras de carbono a cortante y/o a tensión instaladas sobre los elementos estructurales que debieron haber sido previamente preparados y lavados. La preparación incluye el sellado de grietas y el grateo de la superficie para garantizar una correcta fijación de las fibras. También pueden requerir instalación de neopreno en sus apoyos, así como la instalación de ménsulas para la correcta distribución de esfuerzos según los diseños y normatividad existente.

A los puentes metálicos existentes que requieren algún tipo de refuerzo se les implementan soluciones metalmeccánicas que incluyen soldadura e instalación de elementos estructurales adicionales. En ambos casos se debe diseñar la solución y procesar los permisos con las entidades estatales que aplique.

En caso de que se requiera la construcción de nuevas estructuras se deberá garantizar que durante el proceso de fabricación e instalación se realizarán en lo posible, para que permitan el paso sin afectar el cauce. Las estructuras definitivas serán generalmente construidas con materiales metálicos y/ concretos lanzados, en lo posible, de orilla a orilla del cauce. Su cimentación consistirá en pilotes hincados con tubería metálica y/o dados en concreto reforzado para apoyar las vigas transversales y longitudinales del puente. El puente tendrá barandas abatibles y los pisos podrán ser metálicos o fundidos en concreto reforzado según diseños específicos de cada estructura.

Este tipo de estructura deberá contar con estribos construidos en muros con concreto o gaviones para encauzar el agua y evitar daños en la cimentación. Una vez se instale el puente se construirán los rellenos para las rampas de acceso, **Figura 2-53**.

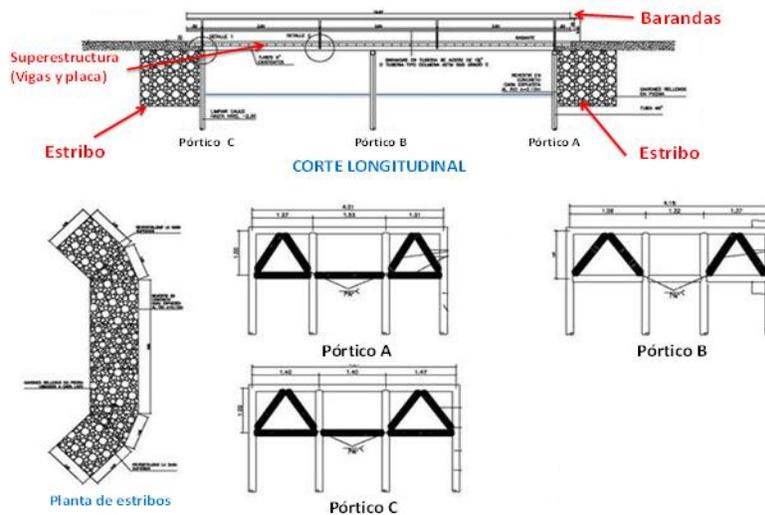


Figura 2-53 Diseño tipo de puentes

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.1.6.1.11 Señalización y control vial

Se instalará la señalización vertical que sea necesaria para garantizar una adecuada movilización de forma segura. De igual manera las líneas eléctricas aéreas que crucen las vías de acceso al proyecto deberán ser revisadas para garantizar por lo menos 5 m de altura libre para el paso de las cargas más altas.

El objetivo principal de la señalización es mitigar el impacto al tránsito vehicular y peatonal causado por la ejecución de las obras futuras. Se busca garantizar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores, ofrecer a los usuarios una señalización clara y de

fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura y prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución. En general el plan vial constará de lo siguiente:

➤ **Control de Peatones**

Los peatones de las veredas podrán desplazarse al costado contrario de la vía en donde se encuentren las máquinas, durante las actividades de mantenimiento de la vía existente.

En caso de requerirse se contará con un (1) auxiliar de tránsito (señalero) en las áreas de los caseríos para controlar el cruce de los peatones en los puntos identificados durante el tiempo en el que se desarrolle la actividad de acarreo de material de las canteras y zonas de préstamo.

➤ **Control de Vehículos Pesados**

Los vehículos pesados como volquetas y camiones se podrán movilizar a una velocidad máxima de 30 km/h en zonas destapadas y en los caseríos y centros poblados podrán movilizarse a una velocidad máxima de 10 Km/h.

➤ **Señalización y Adecuaciones Temporales**

La señalización constara de los siguientes elementos:

- ✓ Señales Preventivas

Se utilizarán las señales que se muestran a continuación en las distancias indicadas en el esquema de señalización:



Figura 2-54 Señales preventivas

Fuente: PAREX, 2023

- ✓ Señales Informativas

Se utilizarán las señales de fin e inicio de obra ubicadas a 450 m de la zona de labor antes y después de la misma en cada sentido o dirección del tránsito.



Figura 2-55 Señales informativas

Fuente: PAREX, 2023

✓ Conos

Se ubicarán conos de señalización vial cada 20 m en el trayecto anterior a la zona de labor.



Figura 2-56 Conos

Fuente: PAREX, 2023

✓ Paletas de Pare y Siga

Se utilizarán paletas de pare y siga, con el fin de coordinar el flujo vehicular de manera ordenada. Los controladores viales deberán tener un entrenamiento previo y coordinar el paso o la detención del tráfico.



Figura 2-57 Paletas de pare y siga

Fuente: PAREX, 2023

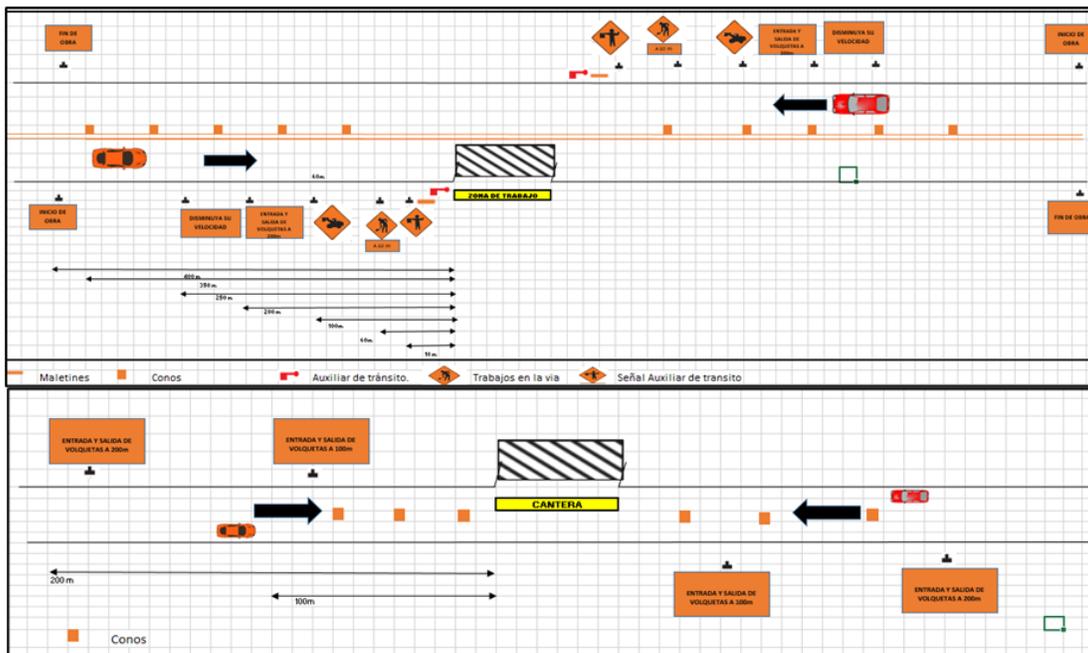
✓ Información y Divulgación del Plan

Antes del inicio del proyecto, se divulgará el plan de manejo de tránsito a la comunidad y se explicará el paso a seguir en caso de que se presente un incidente en la vía.

✓ Seguimiento

Una vez implementado el plan de manejo será responsabilidad del contratista hacer seguimiento durante las diferentes etapas de avance de la ejecución de la obra con el fin de monitorear que el tránsito vehicular se esté controlando de manera segura y de ser necesario tomar medidas correctivas que garanticen la seguridad de la operación y la comunidad.

A continuación, se presentan a manera de ejemplo, tres (3) esquemas típicos de señalización para mantenimiento de vía, construcción de vías y plataformas:



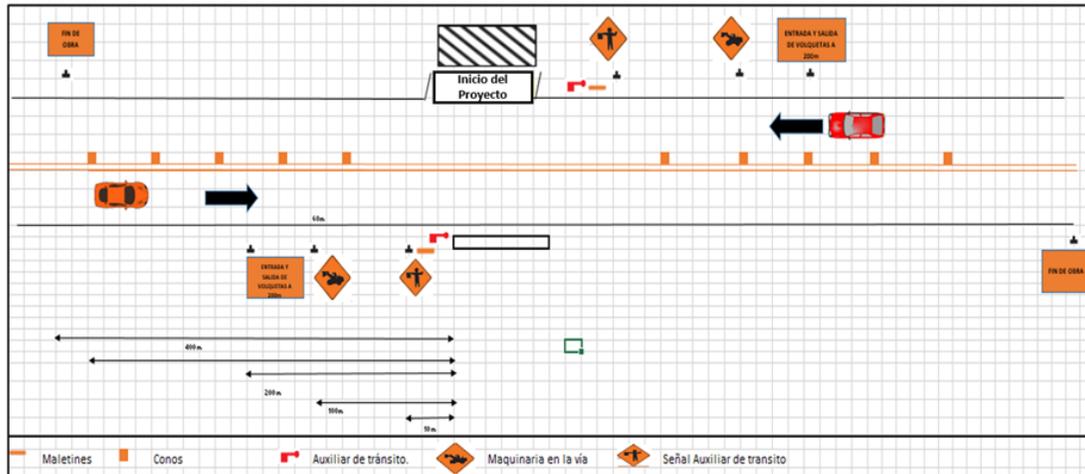


Figura 2-58 Esquema Típico de Señalización para Mantenimiento de Vía

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.1.6.2 Instalaciones de apoyo

Durante las actividades de mantenimiento, adecuación y/o construcción de vías se tiene previsto realizar instalación de campamentos transitorios, que cuenten con las siguientes unidades:

- ✓ Área de dormitorios
- ✓ Cocina y comedor
- ✓ Baterías Sanitarias
- ✓ Zonas de almacenamiento y clasificación de residuos
- ✓ Planta o infraestructura para tratamiento de Aguas Residuales domésticas (ARD)
- ✓ Zona de parqueo

De igual forma se podrá hacer uso de los bienes y servicios de los principales centros poblados que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, como también de las áreas aledañas.

La mano de obra no calificada se contratará en las áreas aledañas a donde se desarrolle el proyecto. En los frentes de trabajo se instalarán baños portátiles o letrinas teniendo como criterio la instalación de un baño por cada 15 trabajadores, separado por sexo y de ser necesario se adecuarán áreas para almacenamiento temporal de residuos, en el **Capítulo 7 Plan de Manejo Ambiental** se encuentran la descripción detallada para la instalación de campamentos.

2.2.3.1.7 Movimiento de tierras

En la **Tabla 2-41** se relacionan los volúmenes estimados para el movimiento de tierras para la construcción y adecuación de vías, en la que se discriminan los volúmenes de corte y los rellenos estimados a realizar. Los movimientos de tierra se realizarán en lo posible por medio de los cortes compensados y el volumen faltante será adquirido de las fuentes de material que cuenten con los permisos mineros y ambientales legales vigentes.

Tabla 2-41. Volumen estimado de cortes y rellenos,

Material	Unidad	Cantidad estimada vía
Corte y relleno para terraplén	(m ³)	12,000
Material granular de cantera	(m ³)	800

*Los volúmenes presentados corresponden al estimado para 1 km de vía con una banca de 8 m, una altura de 2 m y una relación de talud 1H:1V y una capa de rodadura de 0.20 m
Fuente: PAREX, 2023.

Los volúmenes de movimiento de tierras para cada proyecto, se presentará en el PMA Específico.

2.2.3.1.8 Asentamientos humanos

Para el desarrollo de las actividades del proyecto, la afectación de infraestructura se limita al empleo de las vías de acceso existentes, no se contempla intervención de asentamientos humanos, infraestructura social, económica y cultural. No obstante, en el caso de requerirse, se describirán los procesos en el respectivo Plan de Manejo Específico.

2.2.3.1.9 Fuentes de emisiones atmosféricas

Las principales fuentes de emisiones atmosféricas están representadas por el tráfico de maquinaria pesada durante las actividades de construcción y/o adecuación.

Con el fin de mitigar esto previo al inicio de actividades, el ejecutor de la obra deberá presentar para la maquinaria a utilizar, un programa de mantenimiento, en el que se minimicen tales emisiones.

2.2.3.1.10 Fuentes de emisiones de ruido

La operación de equipo, maquinaria y vehículos serán las fuentes móviles temporales generadoras de ruido en la construcción y/o adecuación de vías, Las fuentes móviles se aprecian en la **Tabla 2-42**, Estos valores se encuentran dentro de la Resolución 627 del 07 de abril de 2006 y además se debe tener en cuenta que el empleo de estos equipos es intermitente y no se extiende a más de ocho (8) horas al día.

Tabla 2-42. Emisiones de ruido en la construcción de una vía

MAQUINARIA	NIVELES DE PRESIÓN SONORA, DBA
Buldócer	93-96
Retroexcavadora	86-94
Motoniveladoras	87-94
Cargadores	86-94
Martillos Neumáticos	87-94
Volquetas	84-92
Compactador	87-94

Fuente: Resolución 627 de 2006.

Con el fin de mitigar esto previo al inicio de actividades, el ejecutor de la obra deberá presentar para la maquinaria a utilizar, un programa de mantenimiento, en el que se minimicen tales emisiones de ruido.

2.2.3.1.11 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

2.2.3.1.11.1 Maquinaria y equipos

Los requerimientos aproximados de maquinaria y equipos, depende de las actividades específicas a realizar y en la etapa que se encuentre el proyecto. En la **Tabla 2-44** se presentan cantidades aproximadas de maquinaria a utilizar en las primeras etapas del proyecto.

Tabla 2-43 Estimativo de maquinaria requerida para mantenimiento y/o adecuación vías de acceso.

MAQUINARIA	
TIPO	CANTIDAD
Motoniveladora CAT 140K	1
Bulldozer CAT D8	1
Retroexcavadora CAT 320D	1
Vibro compactador CAT CS533E	1
Auto - hormigonera DIECI	1
Camioneta	1
Buseta	0
Volquetas Doble troque	1
Carrotanque	1
Camabaja	1
TOTAL	9

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-44 Maquinaria estimada requerida para construcción de vías.

MAQUINARIA	
TIPO	CANTIDAD
Motoniveladora CAT 140K	2
Bulldozer CAT D8	2
Retroexcavadora CAT 320D	2
Vibro compactador CAT CS533E	1
Auto - hormigonera DIECI	1
Camioneta	4
Buseta	1
Volquetas Doble troque	3
Carrotanque	1
Camabaja	2
TOTAL	19

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.1.11.2 Mano de obra

Para las actividades relacionadas con obras de adecuación, construcción y mantenimiento de vías de acceso se demandará la participación de personal calificado y no calificado que será variable a lo largo del tiempo de ejecución, dependiendo de la secuencia y la realización de las respectivas actividades.

El personal calificado incluye profesionales y operarios, así como el personal directivo o staff que está compuesto primordialmente por ingenieros y demás trabajadores (no necesariamente profesionales), que poseen un grado de conocimiento y experiencia específica en la implementación de este tipo de proyectos, como los jefes de equipos, supervisores, mecánicos, electricistas, soldadores, técnicos y operarios de maquinaria, que suelen estar vinculados a las empresas contratistas. La vinculación del personal se realizará en cumplimiento de la normatividad del Ministerio de Trabajo, la Ley 1551 de 2012, el Decreto 2089 de 2014, el Decreto 1072 de 2015, el Decreto 1668 de 2016, el Decreto 2616 de 2016 y demás normas concordantes vigentes en materia del Servicio Público de Empleo "SPE, así como lo establecido en la Política de Responsabilidad Social Empresarial, exige a sus contratistas y subcontratistas, realizar los procesos de selección y contratación de personal en los términos establecidos en la mencionada normatividad.

Para la ejecución de las actividades de adecuación, construcción y mantenimiento de vías de acceso para el proyecto se estiman los recursos de personal presentados en la **Tabla 2-45** y **Tabla 2-46**.

Tabla 2-45 Personal estimado requerido para construcción de vías,

PERSONAL	
CARGO	CANTIDAD
Director de Obra	1
Ingeniero Residente	1
Ingeniero Ambiental	1
Ingeniero Qa/Qc	1
Supervisor HSE	1
Auxiliar HSE / Enfermero	1
Supervisor de obra	1
Supervisor de Mantenimiento	1
Topógrafo	1
Cadenero	2
Operadores	8
Conductores	4
Capataz	1
Oficiales	4
Obreros	8
Controladores Viales	0
TOTAL	36

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-46 Personal estimado requerido para mantenimiento y adecuación de vías

PERSONAL	
Cargo	Cantidad
Director de Obra	1
Ingeniero Residente	1
Ingeniero Ambiental	1
Ingeniero Qa/Qc	1
Supervisor HSE	1
Auxiliar HSE / Enfermero	1
Supervisor de obra	1
Supervisor de Mantenimiento	1
Topógrafo	1
Cadenero	2
Operadores	5
Conductores	2
Capataz	1
Oficiales	1
Obreros	4
Controladores Viales	2
TOTAL	26

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.1.12 Duración de obras, etapas y cronograma de actividades

En el **numeral 2.2.1.1 Etapas del proyecto y cronograma de actividades** se presente el cronograma de actividades del proyecto.

2.2.3.1.13 Desmantelamiento y restauración de áreas intervenidas.

En cuanto al desmantelamiento, se deberá considerar el levantamiento de los campamentos temporales que se hayan instalado; y en caso de haber usado baños portátiles, estos deben retirarse de la zona. Los residuos generados por la actividad deberán ser tratados y dispuestos por terceros autorizados. Las actividades específicas se contemplan en el **Capítulo 10, Plan de abandono y restauración final**.

2.2.3.2 Plataformas multipozo

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de hasta 15 plataformas multipozo, cada una con un área de hasta 5,0 ha, en las que se incluyen 1,0 ha para ZODME y 1,0 ha para zona de préstamo.

Tabla 2-47 Distribución de áreas estimada para una plataforma multipozo de cinco (5) ha,

INSTALACIÓN*	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Cinco (5) ha			
Zona de operaciones para perforación	23,45%	11725	1,17
Zona de Disposición de Materiales Estériles (ZODME)	12%	10000	1,0
Zona de préstamo	20%	10000	1,0
Zona de facilidades tempranas de producción	7,906%	3953	0,40

INSTALACIÓN*	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Cinco (5) ha			
Zona de manejo de cortes de perforación (Piscinas),	7,484%	3742	0,37
Zona para Pozo profundo de agua subterránea	0,18%	90	0,01
Zona de campamento de perforación	2,786%	1393	0,14
Zona para la tea	1,32%	660	0,07
Zona de parqueaderos	2,322%	1161	0,112
Zona de maniobras	1,242%	621	0,06
Área de bodegaje	1,124%	562	0,06
Área de seguridad física	1,744%	872	0,09
Área de almacenamiento de agua potable	0,736%	368	0,04
Área de tratamiento de agua residual	0,736%	368	0,04
Zonas libres	16,97%	4485	0,45
TOTAL	100%	50000	5

**En los Planes de Manejo Ambiental Específicos se presentará la distribución definitiva de cada plataforma multipozo
Fuente: PAREX 2023.*

2.2.3.2.1 Alternativas de ubicación y selección de sitios

La ubicación de las plataformas podrá darse sobre cualquier sector del Área de Desarrollo VSM-37, su ubicación se realizará teniendo en cuenta la en el análisis de yacimientos, sitios de interés geológico y los criterios establecidos en la zonificación ambiental y de manejo del presente estudio.

2.2.3.2.2 Especificaciones técnicas

Para la construcción de plataformas multipozo se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas presentadas en la **Tabla 2-48** cuyo cumplimiento, estará a cargo del contratista de obras civiles, la interventoría técnica y PAREX.

Las especificaciones técnicas de la plataforma multipozo dependerán de las geofomas presentes en el área a intervenir, según la ubicación definitiva. Sin embargo, el área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar una topografía media montaña y colinas bajas. Esta condición será determinante para la optimización de las áreas, mediante diseños que cumplan con los objetivos de funcionalidad, seguridad y economía.

Tabla 2-48 Especificaciones Técnicas para Plataformas

PARÁMETRO		MAGNITUD
Área		Hasta cinco (5) Ha por cada plataforma
Taludes de corte	Pendiente	0,5 - 2H: 1V
	Altura	Depende topografía de la zona
Taludes de terraplén	Pendiente	0,5 - 2H: 1V

PARÁMETRO		MAGNITUD
	Altura (*)	Depende topografía de la zona
Bombeo		0.5% - 2.0%
Espesor de la capa de afirmado (superficie de rodadura) (*)		Según diseño y características del terreno
Cunetas para aguas lluvias		Trapezoidales en concreto o el material que sea pertinente para la correcta conducción del agua.
Cunetas para aguas aceitosas		En concreto

(*) Según sea necesario y/o diseños específicos.
Fuente: PAREX, 2023.

Cabe destacar que durante la obra puede variar la extensión de cada área según la necesidad del proyecto. Sin embargo, el área de intervención no deberá superar las cinco (5) ha.

El diseño de la plataforma se realiza en lo posible mediante corte y relleno compensado proyectando el área necesaria para la ubicación del taladro de perforación, campamento, área de maniobras y almacenamiento de tubería de perforación y control de sólidos; también se incluye el área para las facilidades de producción temprana y operación.

La construcción de la plataforma inicia con la movilización del contratista al área y la instalación de un campamento temporal. Continúa con la localización topográfica de los límites espaciales del proyecto y de las obras a construir y luego con el desmonte, descapote y movimiento de tierras (corte y relleno compensado) considerados en el diseño. Estas actividades están descritas en los numerales correspondientes a la adecuación de vías de acceso.

Las zonas de préstamo lateral proyectadas para la construcción de plataformas corresponden a un área de 1 ha, por cada una de las plataformas y de 1,4 ha para facilidades centrales de producción, con una profundidad máxima de 3 m. Es importante resaltar que las condiciones de cada una se presentarán en cada PMA específico del proyecto. En la **Tabla 2-49** se presentan las principales características de las zonas de préstamo lateral para la construcción de plataformas y facilidades centrales de producción.

Tabla 2-49 Especificaciones técnicas estimadas para extracción de material de préstamo lateral plataformas y facilidades

ITÉM	ESPECIFICACIÓN
Área proyectada por cada plataforma.	Hasta 1 ha
Área proyectada para facilidades centrales de producción	Hasta 1,4 ha

ITÉM	ESPECIFICACIÓN
Talud del préstamo	Variable 1H:1V – 2H: 1V
Ancho proyectado zona de préstamo lateral por cada plataforma	86 m
Ancho proyectado zona de préstamo para facilidades centrales de producción	86 m
Longitud proyectada zona de préstamo por cada plataforma	116 m
Longitud proyectada zona de préstamo para facilidades centrales de producción	Hasta 166 m

**Nota: es importante resaltar que las dimensiones de ancho y longitud pueden variar de acuerdo con las necesidades del proyecto sin exceder el área proyectada en ningún caso.*

Fuente: PAREX, 2023.

De acuerdo con lo anterior se estima hacer uso de material de zonas de préstamo lateral para un volumen máximo de 30000 m³ en las zonas de préstamo por cada plataforma multipozo y un volumen máximo de 42000 m³ en zonas de préstamo de facilidades centrales de producción. Cabe resaltar que los volúmenes finales se presentarán en los Planes de Manejo Ambiental específicos con los diseños detallados en cada caso.

2.2.3.2.3 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo

2.2.3.2.3.1 Métodos constructivos

La primera actividad en la construcción de las plataformas multipozo para los proyectos que se desarrollen en el Área de Desarrollo VSM-37 es la localización y replanteo de todos los elementos que conforman el diseño de cada plataforma continuando con la remoción de cobertura vegetal y descapote, movimiento de tierras (cortes y rellenos), conformación del terraplenes y taludes, continua con la disposición de materiales de construcción (ZODME) y la construcción de obras de drenaje. Además, de las zonas de préstamo hasta de 1,4 ha que se requiere en caso de realizar la ampliación para facilidades centrales de producción. De acuerdo con lo anterior, se describen las actividades constructivas a continuación:

➤ Localización y replanteo

Dentro de esta etapa se realizará la ubicación en el terreno del área de intervención (corredor de cunetas perimetrales y de cerramiento) y de los diferentes componentes dentro del mismo, así como de las obras geotécnicas necesarias.

➤ Remoción de cobertura vegetal y descapote

En esta etapa y mediante el uso adecuado de la maquinaria (Bulldozer) se realizará la remoción de la capa orgánica existente, que se acopiará temporalmente en sectores próximos al área de construcción, con el fin de utilizarlos posteriormente en la Revegetalización de áreas de la localización. El descapote se realizará removiendo la capa orgánica en los sectores donde sea necesario, aproximadamente en un espesor variable de 0,1 m a 0,30 m y/o según sea necesario.

➤ **Movimiento de tierras (cortes y rellenos),**

Esta actividad comprende la excavación, remoción, cargue, transporte y colocación en los sitios determinados, utilizando maquinaria como buldócer y retroexcavadora, Previo al inicio de los trabajos se necesitará que la comisión de topografía tenga definidas las zonas de corte y excavación del proyecto.

➤ **Conformación de terraplenes y taludes**

Consiste en la preparación del terreno para colocar la capa de afirmado sobre la plataforma, teniendo en cuenta los espacios y excavaciones que ocuparán estructuras enterradas como el contrapozo y desarenador; se perfila y se nivela el terreno con una motoniveladora, con bombeo menor al 0,5% hacia el perímetro; posteriormente con el vibro compactador se disminuirán los espacios vacíos para dar consistencia a la capa, la cual servirá de base para la capa de afirmado.

Una vez terminada la subrasante de la plataforma se procederá a la conformación de la rasante con material extendido y conformada según las cotas y áreas determinadas en los planos de construcción. La rasante deberá contar con una zona plana sin pendiente alrededor del área de operación del taladro según requerimientos de cada equipo en particular; posterior a esta zona plana se conformará con una pendiente con dirección hacia las cunetas perimetrales según se indique en los planos de construcción.

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 por cualquiera de las siguientes alternativas:

- ✓ Terreno natural (Suelos consolidados): Esta situación se aplica cuando se establece 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 consolidado. La adecuación del sitio implicaría la remoción de la cobertura vegetal existente y del suelo orgánico hasta la cota especificada en caso de requerirse, 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 un material producto de la extracción y/o trituración de rocas provenientes de una cantera o del lecho de una corriente que cuenten con 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 con el Proctor mínimo requerido en los diseños específicos de cada plataforma.

- ✓ Suelo estabilizado mediante productos químicos: 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 aumentar 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 de 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.

Los productos químicos que se pueden utilizar se encuentran en una amplia variedad de tipos conformados principalmente por sales, productos enzimáticos, polímeros, entre otros.

Las actividades implican la escarificación del suelo, aplicación del producto, mezclado con ayuda de maquinaria, para finalmente nivelar y compactar hasta alcanzar las cotas de diseño.

- ✓ 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 mezclado 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.
- ✓ 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, geomallas, empalizadas, entre otros, que permitan garantizar la estabilidad de la infraestructura a ubicar. Los pilotes de madera y empalizadas se pueden utilizar del aprovechamiento forestal autorizado para el respectivo proyecto.

Obras de contención y estabilización, en caso de que los taludes de la plataforma presenten algún tipo de falla o inestabilidad geotécnica se construirán obras de contención como gaviones, muros en concreto, trinchos o tablestacados, etc., según los estudios y recomendaciones de diseños específicos.

Cuando se identifiquen zonas de inestabilidad de taludes se podrán conformar trinchos laterales paralelos a la vía y/o plataforma a construir y servirán como sistema de contención, Las estructuras de estabilización seguirán los criterios determinados por los diseños de detalle. Los trinchos disipan la energía cinética del agua, controlan el arrastre de materiales, estabilizan el terreno y favorecen la recuperación de la vegetación (Ver **Figura 2-59**).

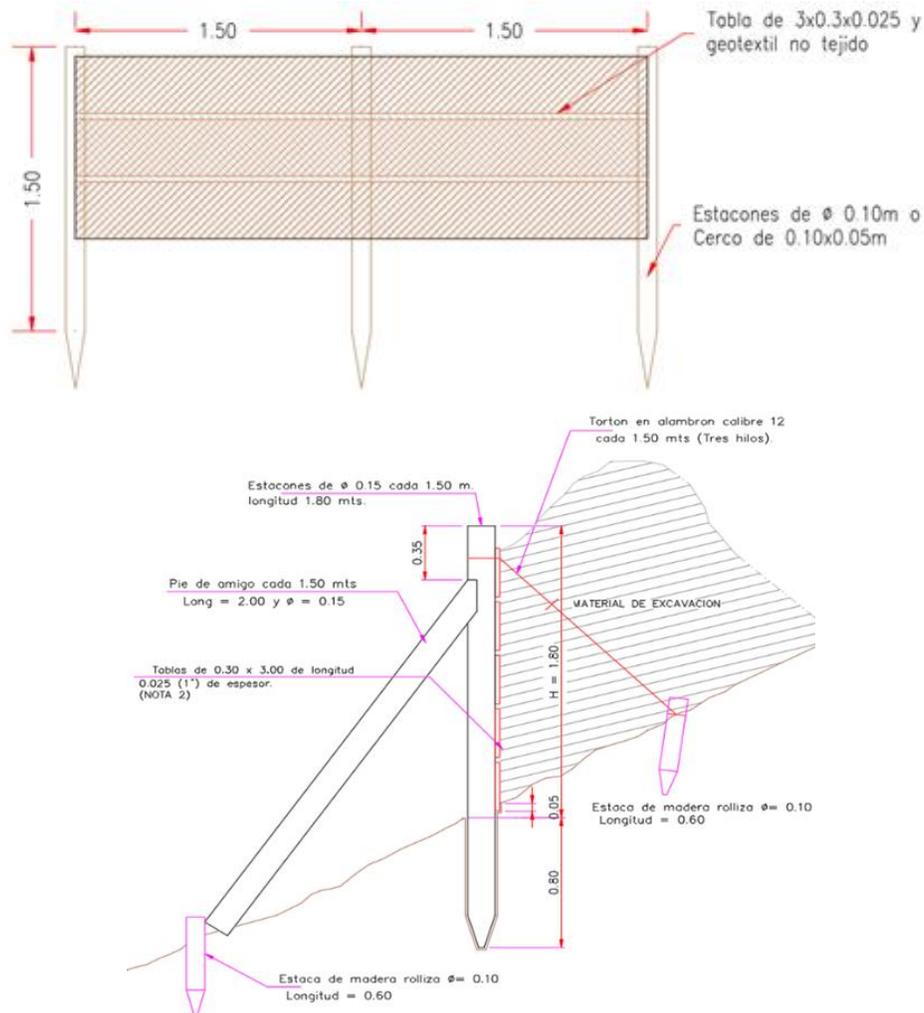


Figura 2-59 Diseño tipo de trinchos laterales

Fuente: PAREX, 2023

En caso de requerir ingresar a zonas encharcadas y otros ambientes sensibles donde la disponibilidad de materiales de préstamo o granulares sea restringida, se evaluará la instalación de placas prefabricadas tipo MegaDeck, o similar.

Las placas MegaDeck son elementos que permiten la distribución de las cargas pesadas sobre una superficie más amplia; de esta manera permite que el equipo pesado atraviese sin problemas los suelos con variaciones de acuerdo con la condición de resistencia, Eventualmente se colocará geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo en la base del terraplén, El proceso constructivo es el siguiente.

- ✓ El área de trabajo se debe impermeabilizar con geomembrana.

- ✓ La instalación de las láminas tipo MegaDeck en la zona de taladro se hace con apoyo mecánico debido al peso de cada lámina, se instala en sistema macho-hembra acorde a la geometría diseñada.
- ✓ Por geometría de contrapozo el área remanente se funde en Concreto. Adicionalmente, se realiza unas cuentas perimetrales a las láminas de tipo cañuela para el drenaje directo hasta el Skimmer del área de taladro.



Fotografía 2-3 Superficie modular portátil en polietileno de alta resistencia

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Obras específicas en cada plataforma**

- ✓ Cunetas Perimetrales

Como parte del sistema de drenaje de la plataforma y una vez conformada la rasante de esta, se procederá con la construcción de cunetas de aguas lluvias perimetrales al terraplén. Serán de sección trapezoidal en todo el contorno de la explanación; de acuerdo con el tamaño de la plataforma se proyectará el drenaje hacia uno o dos puntos con descarga direccionada al Desarenador / Trampa de grasa proyectado.

Se construirán en concreto con una pendiente mínima del 0,1% hacia los sitios de descole y tendrán una profundidad mínima de 10 cm al inicio del drenaje o según como se indique en los planos de construcción. El hombro interior de la cuneta deberá estar nivelado con la rasante de la localización para garantizar el drenaje.

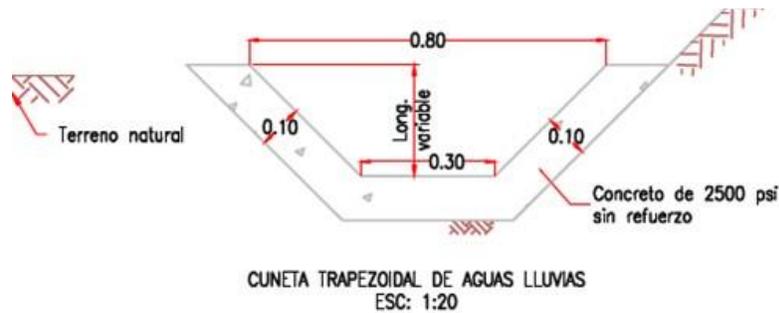


Figura 2-60 Cunetas perimetrales

Fuente: PAREX, 2023

- ✓ Estructuras de disipación de energía de aguas lluvia

Se construyen aguas abajo de las cunetas de aguas lluvia y/o de los desarenadores con el objeto de disminuir la energía del agua y mitigar los posibles procesos de erosión causados por el caudal de agua captado de la superficie de la plataforma y/o cunetas del proyecto. Se construyen en áreas donde la topografía es montañosa. El manejo de aguas de escorrentía en zonas de alta pendiente se realiza con disipadores en piedra pegada, sacos suelos, o con escalones en concreto como los que aparecen a continuación.

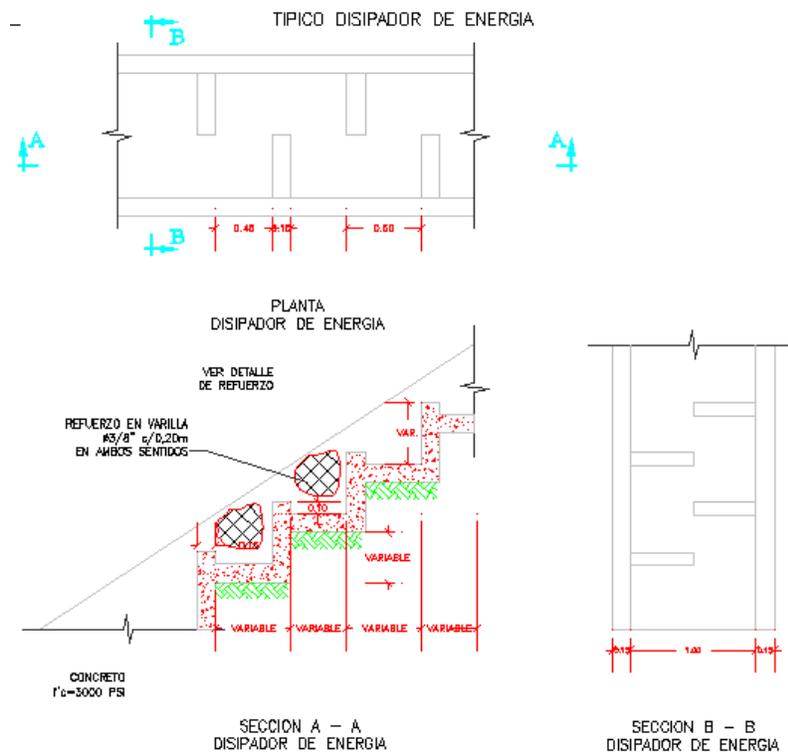


Figura 2-61 Disipador de energía.

Fuente: PAREX, 2023

✓ Desarenadores / Trampas de grasa

Como parte del sistema de aguas lluvias de la plataforma se construirán desarenadores / trampas de grasa en concreto reforzado o metálicos, cuya estructura tendrá las funciones de retener las partículas de las aguas superficiales que puedan sedimentarse, además de retener las grasas, aceites y sustancias cuya densidad sea menor que la del agua. Estas estructuras se encuentran en el punto de entrega de las cunetas perimetrales de aguas lluvias de la plataforma. El diseño básico de los desarenadores – trampas de grasa a construir se puede observar en la **Figura 2-62**.

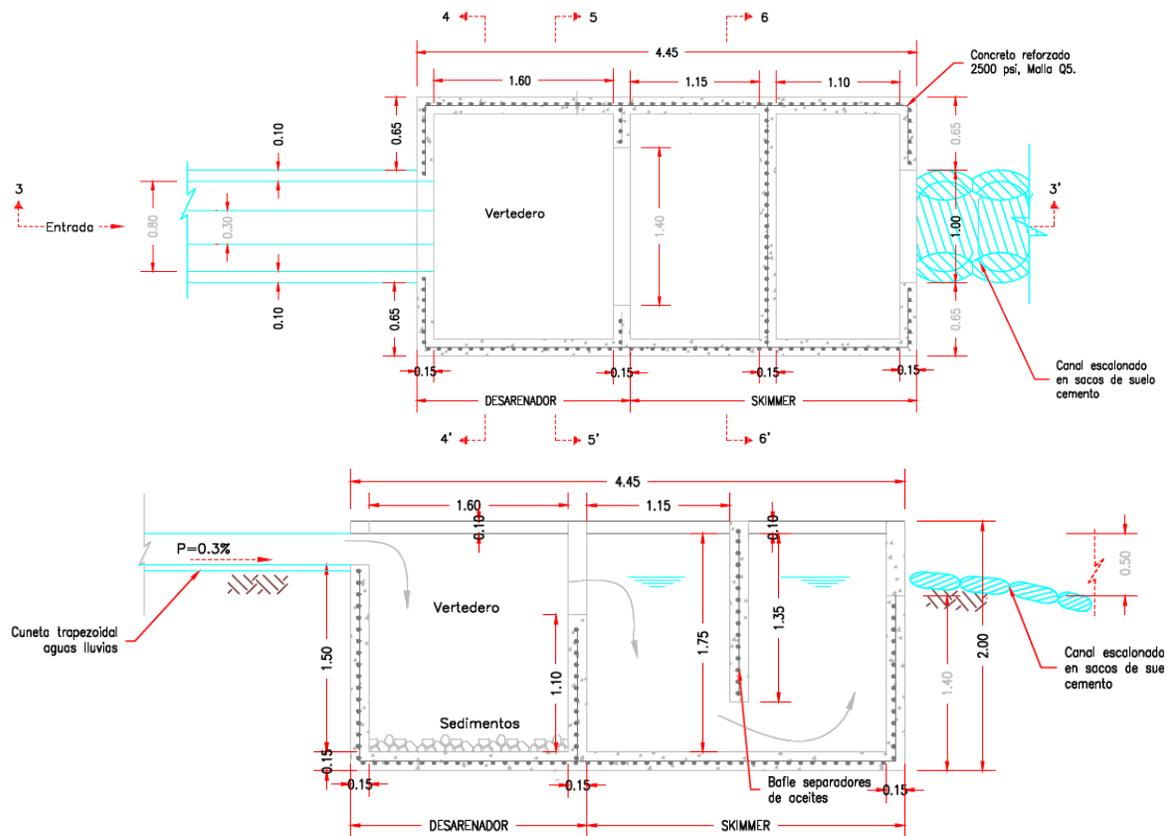


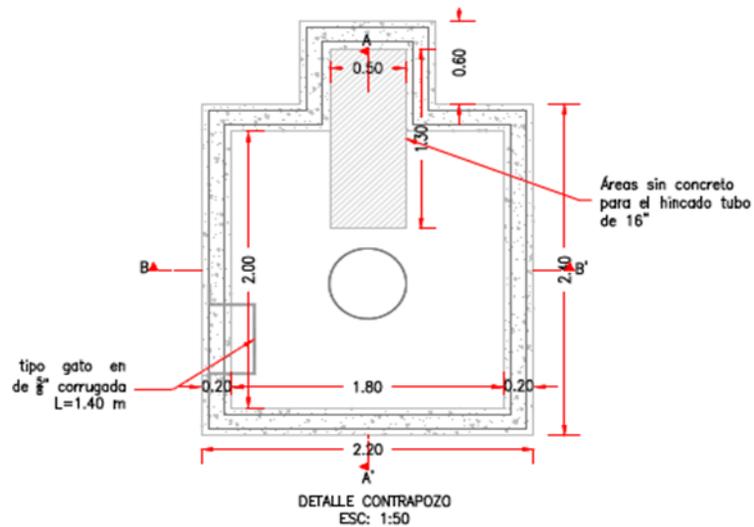
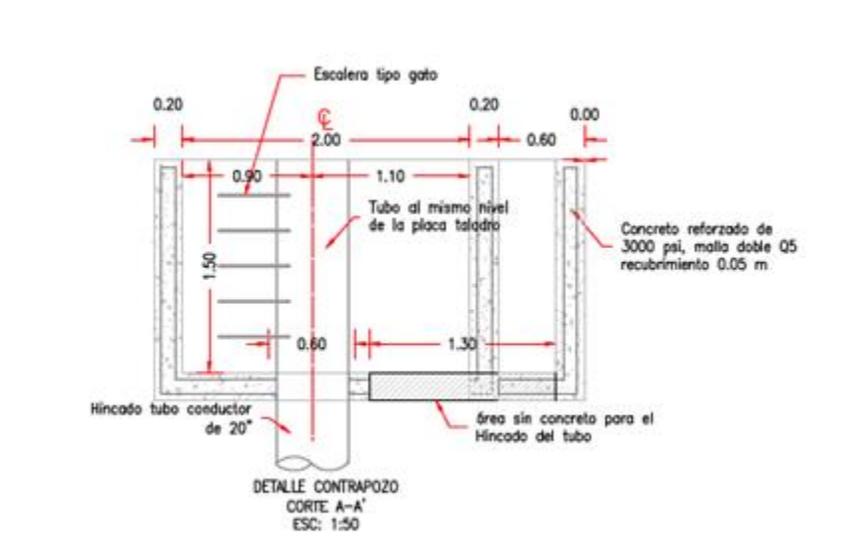
Figura 2-62 Desarenador

Fuente: PAREX, 2023

✓ Contrapozos

Los contrapozos son estructuras pueden ser rectangulares en concreto reforzado de 3,000 PSI o circulares metálicos de acero galvanizado, que transmite la carga dinámica del equipo de perforación hacia el terraplén de la plataforma. En el interior del contrapozo se instala un tubo de acero el cual es instalado mediante una retroexcavadora o grúa con un martillo, y si el material subyacente es muy duro para realizar esta actividad, se excavará con retroexcavadora o perforadora para su instalación y se asegurará con concreto para luego rellenar nuevamente la excavación.

Las dimensiones y detalles del contrapozo se pueden observar en los planos de diseño típicos adjuntos, a manera de ejemplo, a continuación, se aprecian las especificaciones de diseño para un contrapozo de 1,8 x 2,0 m:



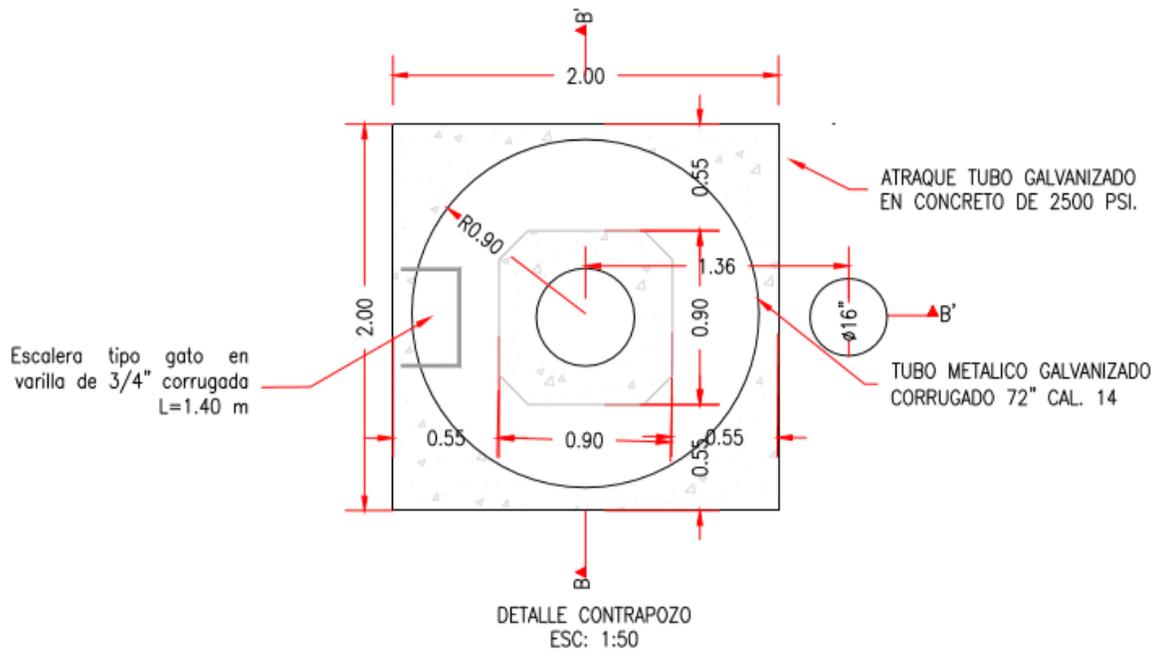


Figura 2-63 Contrapozo

Fuente: PAREX, 2023

El diámetro del tubo conductor podrá ser de 16" a 30" según diseños del pozo y requerimientos particulares del equipo de perforación a movilizar,

- ✓ Superficie para ubicación de la torre de perforación

Una vez se termine la construcción de la rasante de la plataforma se procederá a adecuar la superficie para ubicar el equipo de perforación. Esta podrá ser construida a manera de placa en concreto reforzado de 3,000 psi limitada en su perímetro por cárcamos que conducirán los fluidos generados en el proceso de perforación hacia el Skimmer de aguas aceitosas.

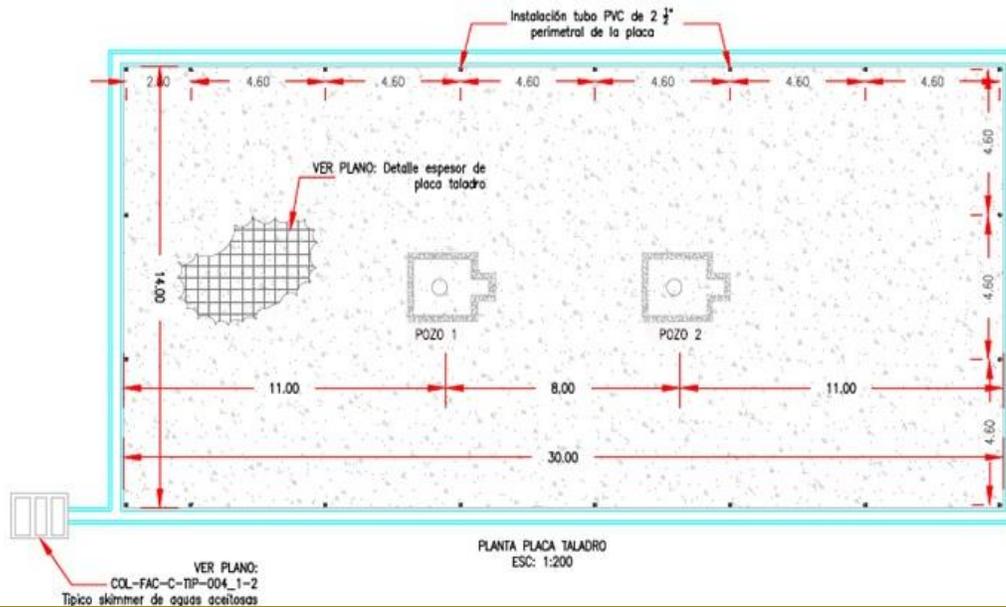


Figura 2-64 Placa de equipos

Fuente: PAREX, 2023

Como alternativas adicionales se podrá realizar el mejoramiento del área mediante la estabilización del suelo con cemento con una dosificación aproximada del 3 al 8% en peso, lo anterior con el fin de mejorar las características mecánicas del suelo y generar una superficie impermeable de trabajo, o se podrá estabilizar el área de la plataforma mediante el uso de emulsiones asfálticas las cuales, al igual que el suelo cemento, generarán una superficie adecuada e impermeable en el área de trabajo.

El área estabilizada, sea con suelo cemento o mezcla asfáltica, será delimitada perimetralmente con canales para conducir cualquier fluido que se genere mediante la operación de la perforación hacia el Skimmer de aguas aceitosas.

✓ Cárcamos perimetrales a la superficie de operación del taladro

Perimetralmente a la zona habilitada para la operación del taladro se construirá un sistema cerrado de recolección de aguas aceitosas, generalmente en concreto reforzado, para captar todos los fluidos que pueda llegar a generarse durante la actividad perforación. Contarán con una sección rectangular con una rejilla metálica de protección para permitir el paso de vehículos sobre el área de trabajo. Su pendiente será de mínimo 0,1% hacia el Skimmer de aguas aceitosas descrito a continuación.

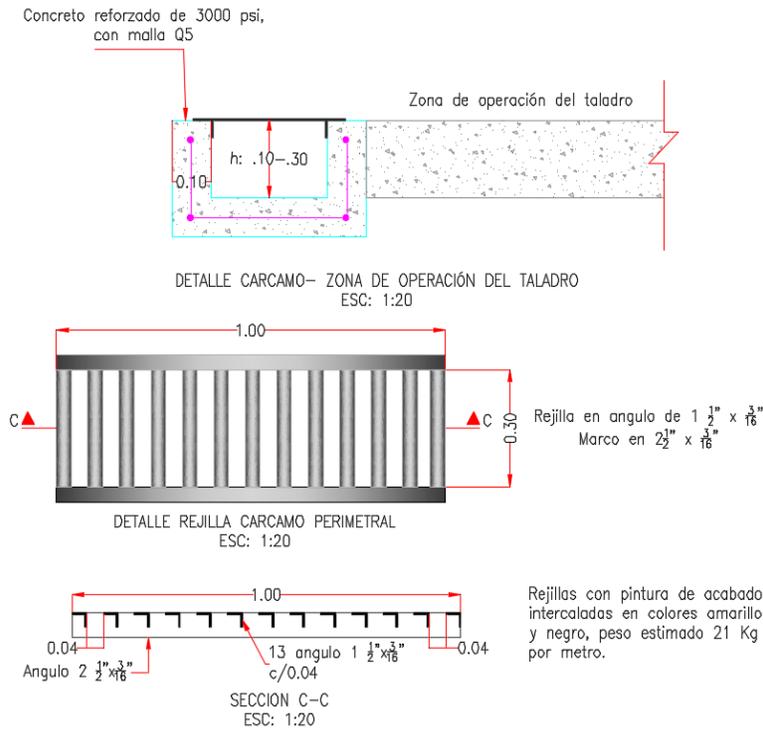
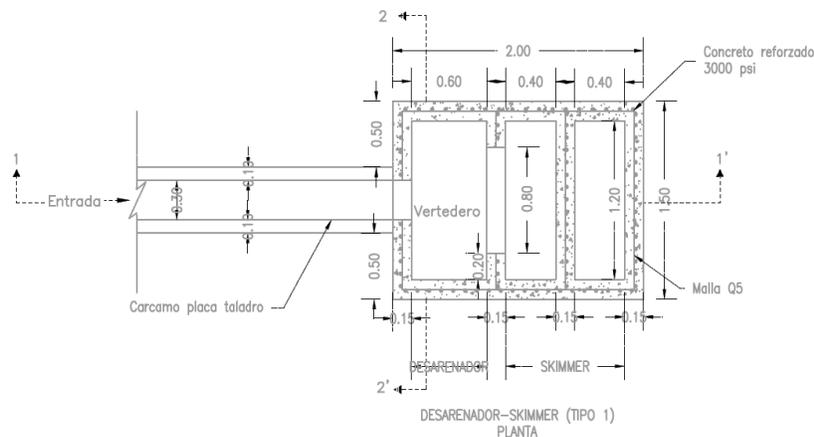


Figura 2-65 Cárcamo perimetral

Fuente: PAREX, 2023

- ✓ Skimmer aguas aceitosas

Consiste en una estructura de dos compartimentos rectangulares que reciben las aguas aceitosas provenientes de la zona del taladro y equipos auxiliares. En la primera cámara del Skimmer se hace la separación, mediante a un tabique ubicado al final que permite el paso del agua por debajo hacia la segunda zona, mientras las grasas y aceites flotan en la primera.



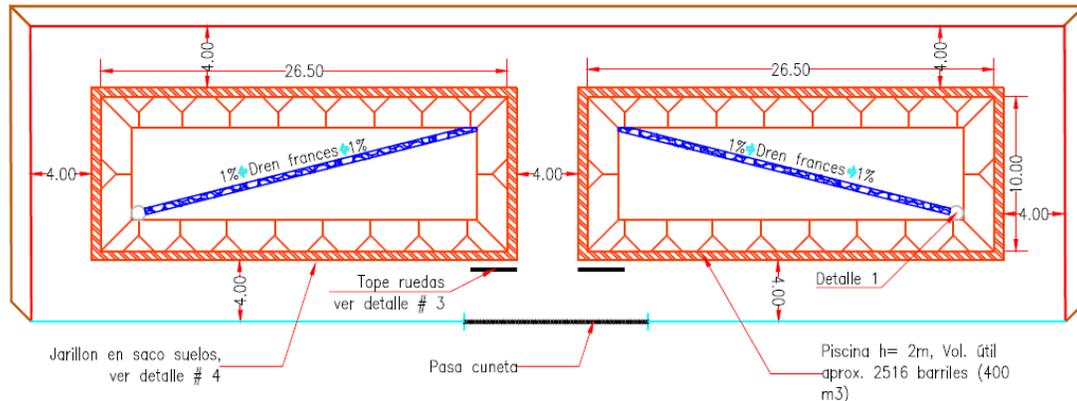


Figura 2-67 Piscinas de lodos y/o almacenamientos

Fuente: PAREX, 2023

La capacidad de cada piscina será aproximadamente de 2,500 BIs y se construirá según se aprecia en la siguiente imagen:

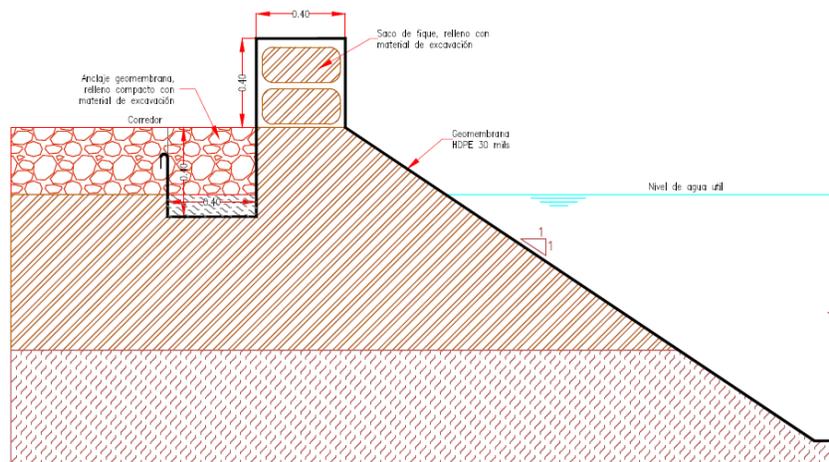


Figura 2-68 Detalle hombro de piscinas

Fuente: PAREX, 2023

✓ Conformación de la capa superficial

Una vez terminada la sub rasante de la plataforma se procederá a la conformación de la rasante con material (seleccionado producto del corte o material de afirmado de acuerdo al tipo de material requerido de acuerdo al diseño específico) extendido y conformada según las cotas y áreas determinadas en los planos de construcción.

La rasante deberá contar con una zona plana sin pendiente alrededor del área de operación del taladro según requerimientos de cada equipo en particular; posterior a esta zona plana se conformará con una pendiente con dirección hacia las cunetas perimetrales según se indique en los planos de construcción.

Estas áreas son corredores de movilización para los equipos de apoyo del taladro durante la operación, por lo que también podrán ser estabilizadas con cemento o emulsiones para mejorar las condiciones de la superficie durante la perforación según el procedimiento anteriormente descrito.

✓ Obras de contención y estabilización

En caso de que los taludes de la plataforma presenten algún tipo de falla o inestabilidad geotécnica se construirán obras de contención como gaviones, muros en concreto, trinchos o tablestacados, etc, según los estudios y recomendaciones de diseños específicos.

Los muros de gaviones se construyen con malla de alambre galvanizado, Hidrobloks, o en polipropileno formando canastas que se llenan con fragmentos de roca dura o material de relleno seleccionado. Su función es oponerse al movimiento de la masa fallada al inmobilizar la pata del deslizamiento al comportarse como estructuras flexibles para soportar deformaciones sin perder su capacidad estructural o sus funciones de revestimiento.

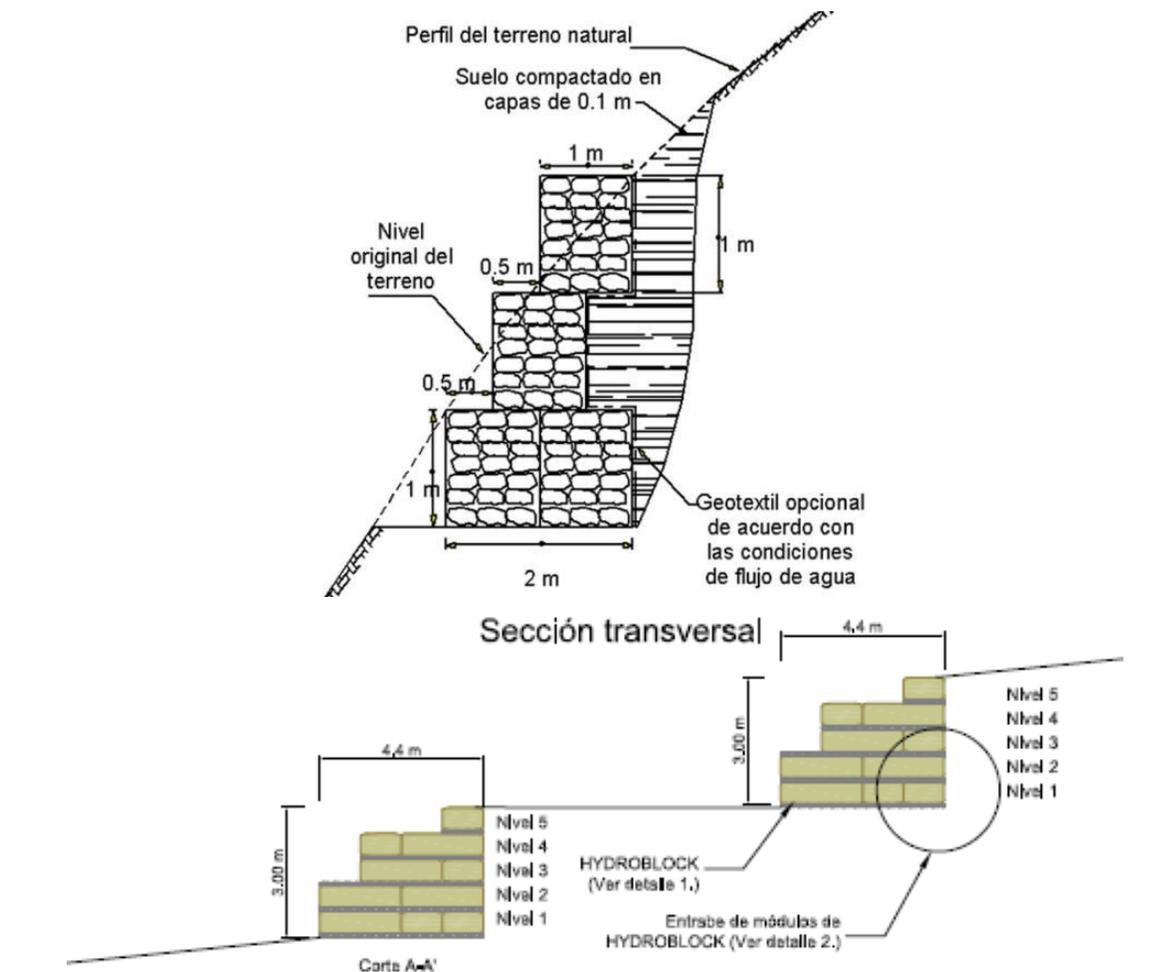


Figura 2-69 Muro de gaviones

Fuente: PAREX, 2023

Los muros de contención se utilizarán en caso de que se requiera detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permitan que estas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se pueden llegar a presentar cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, estabilidad de la banca o de taludes, utilización de la estructura o economía.

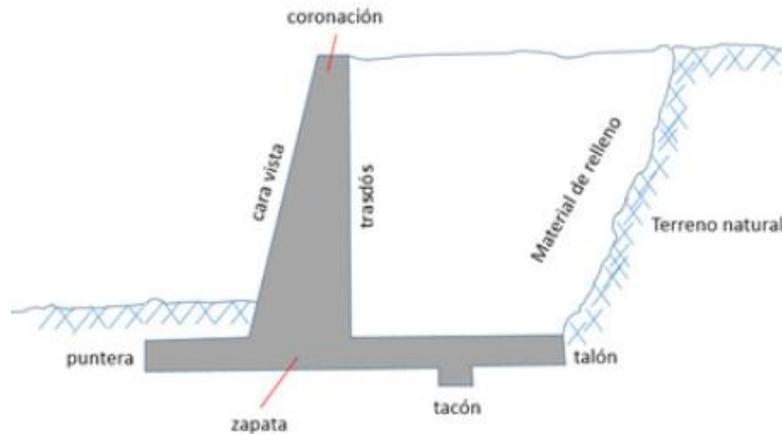


Figura 2-70 Muro de contención

Fuente: PAREX, 2023

Los muros de contención contribuyen a resistir los esfuerzos debidos a la presión de tierra sobre el mismo, y este a su vez, se apoya en una cimentación por fuera de la masa inestable. Dentro de las opciones de materiales para construcción de muros de contención en este proyecto se contemplan el concreto, tubería y láminas de acero y madera, tierra armada, muros en gavión y demás soluciones civiles que permitan la estabilidad geotécnica.



Fotografía 2-4 Muros en gavión

Fuente: PAREX, 2023

Cuando se identifiquen zonas de inestabilidad de taludes se podrán conformar trinchos laterales paralelos a la vía y/o plataforma a construir y servirán como sistema de contención. Las estructuras de estabilización seguirán los criterios determinados por los diseños de detalle. Los trinchos disipan la energía cinética del agua, controlan el arrastre de materiales, estabilizan el terreno y favorecen la recuperación de la vegetación.

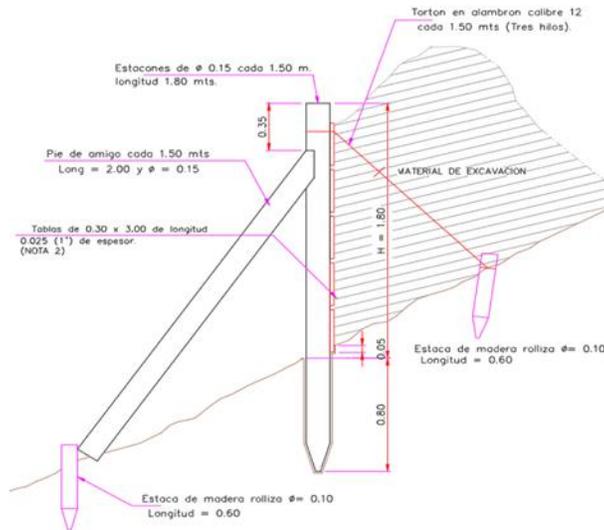


Figura 2-71 Trinchos

Fuente: PAREX, 2023

En todos los casos anteriores se realizará un descapote para llegar a las cotas de diseño y rellenos con materiales locales y/o de préstamos y canteras licenciadas, según lo mencionado en los anteriores numerales.

✓ Superficie modular portátil en polietileno de alta resistencia

En caso de requerir ingresar a sabanas inundables o zonas pantanosas y otros ambientes sensibles donde la disponibilidad de materiales de préstamo o granulares sea restringida, se evaluará la instalación de placas prefabricadas tipo MegaDeck, o similar.

Las placas Megadeck son elementos que permiten la distribución de las cargas pesadas sobre una superficie más amplia; de esta manera permite que el equipo pesado atraviese sin problemas los suelos con variaciones de acuerdo con la condición de resistencia.

Eventualmente se colocará geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo en la base del terraplén.

El proceso constructivo es el siguiente:

- o El área de trabajo se debe impermeabilizar con geomembrana.

- o La instalación de las láminas tipo Megadeck en la zona de taladro se hace con apoyo mecánico debido al peso de cada lámina, se instala en sistema macho-hembra acorde a la geometría diseñada.
- o Por geometría de contrapozo el área remanente se funde en Concreto. Adicionalmente, se realiza unas cuentas perimetrales a las láminas de tipo cañuela para el drenaje directo hasta el Skimmer del área de taladro.

✓ Instalaciones para prueba de Pozos

Luego de finalizadas las actividades de perforación se requiere realizar las pruebas de producción, para lo cual se deben ejecutar algunas obras civiles para la instalación de equipos de superficie como tanques de almacenamiento y proceso, filtros, bombas, generación, cargaderos, teas y demás que sean requeridos.

Estos equipos se instalarán inicialmente sobre geomembranas y diques en sacos de suelo a manera de sistemas de contención, y una vez sea confirmada la producción de los pozos perforados se construirán placas en concreto y diques en mampostería que garanticen la impermeabilidad, contención y adecuado manejo de cualquier tipo de sustancias contenidas en dicha infraestructura.

Las dimensiones del área de instalación de facilidades de prueba son de aproximadamente 50 x 30 metros, pero estas podrán variar de acuerdo con las necesidades de la operación, lo cual se reportará en el informe de cumplimiento ambiental. A continuación, se ilustran algunos esquemas de la infraestructura a instalar para las pruebas de los pozos.

- o Dique para tanques de almacenamiento

Para los tanques de almacenamiento durante pruebas de pozo se utilizarán diques Sioux o similares, elementos que son de fácil armado y dan la suficiente estabilidad para contención de una posible contingencia durante la etapa de pruebas. Los elementos que constituyen los diques son muros verticales debidamente integrados entre sí, recubiertos por una geomembrana de mínimo 30 mils y una capa de arena de 5 cm para proteger la integridad de la geomembrana, Sobre esta capa de arena se instalan los tanques de almacenamiento transportables y algunos equipos de proceso como bombas, separadores, etc.

A continuación, se aprecia una fotografía con el dique instalado previo al montaje de los tanques de almacenamiento.



Fotografía 2-5 Dique almacenamiento

Fuente: PAREX, 2023.

- o Diques para equipos auxiliares

Durante las pruebas de pozo también se requieren equipos como manifold, tea, cargadero, bombas, otros recipientes de proceso, almacenamiento de químicos, etc. Los diques son construidos en sacos de suelo, recubiertos por una geomembrana de mínimo 30 mils y una capa de arena o material granular fino de por lo menos 5 cm para proteger la integridad de la geomembrana. Sobre esta capa de arena se instalan los equipos de proceso.



Fotografía 2-6 Dique pruebas auxiliares

Fuente: PAREX, 2023.

Todo dique debe llevar una caja de drenaje para poder retirar el agua lluvia que pueda llegar a contener; su disposición será al medio ambiente, en caso de que sea agua lluvia y no contenga ningún tipo de contaminación; o a plantas externas en caso de que esté contaminada con aceite u otros materiales. Estas cajas serán construidas en concreto y dispondrán de válvulas y tubería para poder manejar los fluidos contenidos.

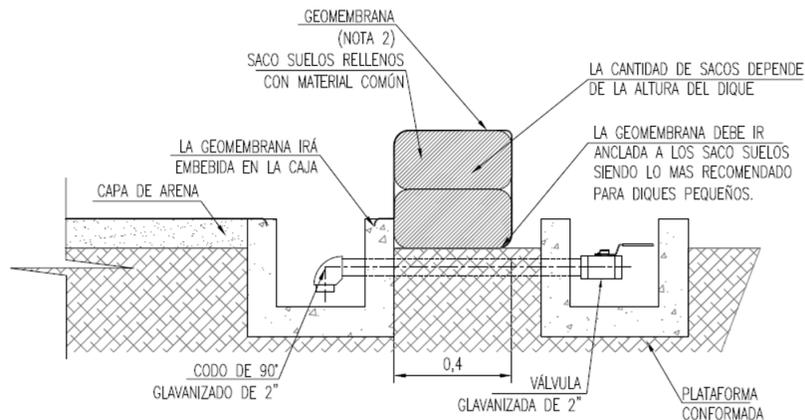


Figura 2-72 Caja de drenaje

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.2.3.2 Instalaciones de apoyo

Para el Área de Desarrollo VSM-37 se contempla la construcción de Campamentos temporales en cada plataforma multipozo, El área dependerá de la distancia y número de frentes de obra, según la necesidad de cada actividad, sin sobrepasar el área solicitada para las plataformas (5 ha). Los campamentos se podrán adecuar o construir durante cualquier etapa del proyecto y se podrán utilizar áreas de locaciones ya intervenidas, como pozos cerrados o abandonados para la adecuación de estos.

Las labores de construcción se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes podrán pernoctar en las viviendas existentes en las veredas del área de influencia del proyecto buscando evitar grandes desplazamientos.

El personal técnico, administrativo y flotante pernochará en los campamentos temporales a construir o adecuar y también se podrá hacer uso de la infraestructura que se encuentra en el área de influencia del proyecto.

Los diseños y especificaciones definitivas se presentarán en el PMA específico de la actividad donde se definirá el tipo de material para la construcción de oficinas, alojamientos, y la distribución según las necesidades del proyecto.

Campamentos temporales o transitorios en cada plataforma multipozo, Los campamentos transitorios podrán contar con:

- ✓ Área de oficinas para coordinación de labores de construcción.
- ✓ Área de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- ✓ Alojamiento de personal de coordinación y operarios de maquinaria.
- ✓ Área para parqueo temporal de maquinaria.
- ✓ Área para casero.
- ✓ Área para acopio de insumos y materiales.
- ✓ Área para facilidades eléctricas.
- ✓ Otras necesarias.

➤ **Recomendaciones**

- ✓ Durante la operación o funcionamiento de los campamentos se prevé la generación de residuos sólidos, estos residuos que se generen tanto los reutilizables y/o reciclables (empaques, papeles y plásticos) y residuos industriales, deben cumplir con lo dispuesto en el Capítulo 4 del presente estudio.
- ✓ Se instalará señalización diferenciando cada una de las áreas de este que deberán estar estipulados en el diseño aprobado del campamento, deberá tener señales tales como, salidas de emergencia, ubicación de extintores, almacén, uso de elementos de protección personal y todas aquellas que se requieran para la prevención de accidentes, de acuerdo con el panorama de riesgos y plan de contingencia.
- ✓ Contará con equipos para control de incendios (extintores), el número de estos deberá ser determinado por el área a proteger y el tipo de extintor será de acuerdo con la clase de fuego que se pueda generar, deberán estar ubicados en sitios estratégicos, señalizados y a la altura adecuada.
- ✓ Se contará con material de primeros auxilios tales como botiquín, camilla fija con soporte, colchoneta, almohada pequeña, etc.
- ✓ Se instalará un baño por cada 15 trabajadores, diferenciados por sexos y dotados de todos los elementos necesarios de aseo personal (entre ellos deberá contarse con una ducha para casos de emergencia), estos baños podrán ser fijos o portátiles según las condiciones del proyecto.
- ✓ Manejo de residuos líquidos domésticos: deben cumplir con lo dispuesto en el Capítulo 4 del presente estudio. Cabe destacar que el tratamiento y disposición se realizará con terceros autorizados.

En cuanto a los sitios temporales de acopio para el almacenamiento de los diferentes materiales de construcción, estos contarán con:

- ✓ Piso tablestacado en el que se irá apilando el material por utilizar. Todo material que genere emisiones de partículas permanecerá totalmente cubierto con lonas o plástico o en su defecto se aplicaran medidas necesarias para evitar la dispersión de partículas en las zonas de acopio temporal de materiales granulares.
- ✓ Las zonas de materiales contarán con su debida señalización.

📍 **Zona de Maniobra**

En las plataformas multipozo, se requiere contar con un (1) zona de maniobra de hasta 0,065 ha, habilitada como Patio de tubería, Punto de Encuentro, zona para actividades de entrenamiento de Brigadas de Emergencia y zona de aterrizaje únicamente para atención de eventos contingentes.

2.2.3.2.4 Movimiento de tierras

En la **Tabla 2-50** se relacionan los volúmenes estimados para el movimiento de tierras para la construcción de plataformas, en la que se discriminan los volúmenes de corte y los rellenos estimados a realizar. Los movimientos de tierra se realizarán por medio de los cortes compensados y el volumen faltante será adquirido de las fuentes de material que cuenten con los permisos mineros y ambientales legales vigentes.

Tabla 2-50 Volumen estimado de cortes y rellenos

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA PLATAFORMA
Corte y relleno para terraplén	(m ³)	49800
Material granular de cantera	(m ³)	12276

Los valores presentados corresponden a un estimativo para una plataforma de 5 ha, con una relación de 1H:1V con una altura de terraplén de 1 m
Fuente: PAREX, 2023.

En las actividades de obras civiles, en los movimientos de tierra para la construcción de plataformas y facilidades centrales de producción, se debe tener en cuenta que los volúmenes específicos generados en esta actividad se precisaran en el PMA específico de estas actividades.

2.2.3.2.5 Asentamientos humanos

Para el desarrollo de las actividades del proyecto no se contempla intervención de asentamientos humanos, infraestructura social, económica y cultural. No obstante, en el caso de requerirse, se describirán los procesos en el respectivo PMA de la actividad.

2.2.3.2.6 Fuentes de emisiones atmosféricas

Durante la etapa de construcción, la principal fuente de emisión atmosférica detectada es la generada por la maquinaria a utilizar (motoniveladora, retroexcavadoras, volquetas, carrotanques, y vibro compactadores). Con el fin de controlar y/o minimizar las emisiones generadas, la maquinaria deberá contar con su respectivo mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases. En cuanto a la emisión de partículas, estas se generarán durante la actividad de movilización de maquinaria, equipos y materiales y por el movimiento de tierras, aspecto que se deberá mitigar realizando aspersiones permanentemente de agua sobre las vías o el terreno intervenido.

De acuerdo con lo anterior, en la **Tabla 2-51**, se presenta las principales fuentes de emisiones por herramienta o maquinaria a emplear para la ejecución del proyecto.

Tabla 2-51 Fuentes de emisiones de partículas y gases contempladas para el proyecto,

IMAGEN	NOMBRE	TIPO DE FUENTE	CONTAMINANTES
	Retroexcavadoras Caterpillar 320 o similar	Movil	Material particulado (PST y/o PM ₁₀), NO _x , SO ₂ , CO y COV's

IMAGEN	NOMBRE	TIPO DE FUENTE	CONTAMINANTES
	Bulldozer D6	Movil	Material particulado (PST y/o PM10), NOX, SO2, CO y COV's
	Vehículos de carga pesada (Camabaja)	Movil	Material particulado (PST y/o PM10), NOX, SO2, CO y COV's
	Motoniveladora	Movil	Material particulado (PST y/o PM10), NOX, SO2, CO y COV's
	Vibrocompactador	Movil	Material particulado (PST y/o PM10), NOX, SO2, CO y COV's
	Volqueta dobletrouque	Movil	Material particulado (PST y/o PM10), NOX, SO2, CO y COV's

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.3.2.7 Fuentes de emisiones de ruido

Dentro de las fuentes móviles de emisión de ruido se encuentra la maquinaria que será utilizada en los diferentes frentes de obra. No habrá fuentes fijas de emisión de ruido durante las obras civiles por lo tanto no se contempla este aspecto. A continuación, en la **Tabla 2-52**, que se presenta se describe el tipo de ruido emitido por cada uno de los equipos mencionados anteriormente.

Tabla 2-52 Fuentes de emisión de ruido contempladas para el proyecto

IMAGEN	NOMBRE	TIPO DE FUENTE	TIPO DE RUIDO EMITIDO
	Retroexcavadora Oruga 320 o similar	Puntual	Impulsivo/tonal
	Buldócer	Puntual	Impulsivo/tonal
	Vehículos de carga pesada (Camabaja)	Puntual	Impulsivo/tonal
	Motoniveladora	Puntual	Impulsivo/tonal

IMAGEN	NOMBRE	TIPO DE FUENTE	TIPO DE RUIDO EMITIDO
	Vibrocompactador	Puntual	Impulsivo/tonal
	Volqueta dobletroque	Puntual	Impulsivo/tonal

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.3.2.8 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

Para la ejecución de las actividades de construcción de plataformas se estiman los recursos de la Tabla 2-53.

Tabla 2-53 Maquinaria y equipos estimados para la construcción de una Plataforma multipozo.

Maquinaria	
Cargo	Cantidad
Motoniveladora CAT 140K	2
Bulldozer CAT D8	2
Retroexcavadora CAT 320D	2
Vibrocompactador CAT CS533E	1
Auto - hormigonera DIECI	1
Camioneta	4
Buseta	1
Volquetas Doble troque	3
Carrotanque	1
Camabaja	2
TOTAL	19

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-54 Personal estimado a emplear para la construcción de una Plataforma multipozo.

Personal	
Cargo	Cantidad
Director de Obra	1
Ingeniero Residente	1
Ingeniero Ambiental	1

Personal	
Cargo	Cantidad
Ingeniero Qa/Qc	1
Supervisor HSE	1
Auxiliar HSE / Enfermero	1
Supervisor de obra	1
Supervisor de Mantenimiento	1
Topógrafo	1
Cadenero	2
Operadores	8
Conductores	4
Capataz	1
Oficiales	4
Obreros	8
Controladores Viales	0
TOTAL	36

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.2.9 Duración de obras, etapas y cronograma de actividades

En el **numeral 2.2.1.1 Etapas del proyecto y cronograma de actividades** se presente el cronograma de actividades del proyecto.

2.2.3.2.10 Desmantelamiento y restauración de áreas intervenidas.

En cuanto al desmantelamiento, se deberá considerar el levantamiento de los campamentos temporales que se hayan instalado, demolición de estructuras en concreto, disposición de materiales granulares y en caso de haber usado baños portátiles, estos deben retirarse de la zona. Los residuos generados por la actividad deberán ser tratados y dispuestos por terceros autorizados. Las actividades específicas se contemplan en el **Capítulo 10, Plan de abandono y restauración final.**

2.2.3.3 Perforación de pozos

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita la perforación de hasta siete (7) pozos por cada plataforma multipozo nueva, con la opción de convertir a pozos reinyectores y/o inyectoras, y/o perforar pozos nuevos para este fin, en un máximo de tres (3) pozos (inyectores y/o reinyectores) por plataforma.

En total se perforarán un máximo de 105 pozos divididos así; 60 productores y 45 inyectoras / reinyectores, los cuales incluyen actividades de perforación convencional, pruebas de producción cortas y extensas, y actividades de workover, los anteriores valores incluyen el reacondicionamiento de pozos estratigráficos a productores y/o inyectoras.

En la Perforación de los pozos para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37 se utilizará lodos Base Agua, Aceite y/o Sintéticos.

Los pozos se perforarán de manera convencional a profundidades máximas de 14,000 ft TVD; hasta alcanzar los prospectos geológicos Formación Honda, Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos; con trayectorias de forma vertical y/o direccional, (tipo S y tipo J);

las cuales serán determinadas según las condiciones de la perforación y/o los objetivos operacionales de PAREX.

Es importante destacar que, para el proyecto se solicita el permiso para la reinyección y/o inyección con un Volumen 60 KBFP (60.000 BWDP) y 60 mscfd de fluidos (agua / Gas), por formación (Grupo Honda (H2 y H3), Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos), a través de un máximo de Cuarenta y cinco (45) pozos inyectoros y/o reinyectores las cuales incluyen disposición de aguas (DISPOSAL) e Inyección por recobro mejorado (secundario y terciario) (WATERFLOODING). Estos procesos se realizarán a través de la perforación de nuevos pozos inyectoros y/o reinyectores o mediante la reconversión a pozo inyector de aquellos pozos productores que resulten secos. En la **Tabla 2-55** se presenta las características generales de los pozos a perforar en el Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-55 Resumen de las características generales de la perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PERFORACIÓN DE LOS POZOS
<p>Numero de plataformas: 15 plataformas multipozo nuevas de máximo 5 ha, con la opción de ampliación de 2 ha adicional para la implementación de la estrategia de tres (3) Facilidades centrales de producción FCP</p> <p>Número máximo de pozos por plataforma: 7 pozos (hasta 3 inyectoros)</p> <p>Número máximo de pozos: Hasta 105 pozos</p> <p>Tipo de pozos según la trayectoria: Vertical y/o direccional</p> <p>Profundidad máxima de perforación: 14.000 ft TVD</p> <p>Formación Productora Objetivo: Honda, Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos</p> <p>Formación Receptoras de la actividad de Reinyección y/o Inyección: Honda, Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos</p> <p>Sistema de perforación: Impulso de tope (<i>top drive</i>) o convencional mesa rotaria (<i>Kelly</i>)</p> <p>Tipo de lodo: Lodos base agua, aceite y/o sintéticos</p> <p>Reacondicionamiento y/o conversión de pozos estratigráficos: Reacondicionamiento y/o conversión como productores y/o inyectoros, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 8 de la Resolución 40048 del 16 de enero de 2015, el cual modifica el Artículo 43 de la Resolución 18 1495 del 2 de septiembre de 2009.</p>

Fuente: PAREX, 2023.

La perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37 se realizará, mediante la técnica de perforación dirigida por rotación empleando un impulso de tope (*top drive*) o convencional mesa rotaria (*Kelly*); la cual consiste en imprimir rotación y peso para hacer girar la sarta de perforación (tubería de perforación extrapesada) y la broca, con la finalidad de penetrar la roca y atravesar las diferentes formaciones del subsuelo hasta alcanzar la profundidad proyectada.

Mediante el uso de bombas de lodos se realiza la inyección a presión de los fluidos de perforación (lodo de perforación), el cual viaja a través de la sarta de perforación para salir por las boquillas o jets de la broca a una velocidad tal que le permita subir por el espacio anular a superficie, trayendo consigo los cortes de perforación. En superficie se separan y tratan los cortes del lodo mediante un equipo de control de sólidos (sistema de control primario y secundario) y el lodo retorna nuevamente a los tanques de almacenamiento donde se hace el ajuste de sus propiedades para ser reutilizado en un nuevo ciclo. Cuando el lodo de perforación no puede ser recirculado y sus propiedades no pueden ser ajustadas, es desechado para tratamiento y disposición final.

La preparación del lodo de perforación consiste principalmente en una mezcla de un fluido base (agua, diésel, o fluido sintético), con material viscosificante (bentonita o barita), polímeros biodegradables, material pesante (carbonato de calcio) y controladores de pH (soda), entre otros. La mezcla se hará utilizando tanques de lodo equipados con un embudo para agregar los productos y grandes agitadores y así formar una mezcla homogénea. En la preparación del lodo, además, se emplean todos los elementos de seguridad necesarios dados por los fabricantes de los productos químicos. Los productos químicos se almacenan en una caseta construida para tal fin, la cual estará techada, y contará con una cuneta perimetral y su respectivo foso para contener cualquier sustancia.

La perforación de los pozos se realiza por etapas o secciones y cada una tiene una profundidad y diámetro establecidos, según el diseño de perforación. A medida que se cambia de etapa se disminuye el diámetro del hueco y para proteger las paredes del pozo de derrumbes, filtraciones, injujos, o cualquier otro problema inherente a las actividades de perforación; en cada sección se baja al pozo una tubería de revestimiento (Casing); la cual se asegura a las paredes del este con un cemento especial conocido como lechada. La lechada es generalmente una mezcla de cemento seco, agua y ciertos aditivos la cual es bombeada a través de la tubería de revestimiento y colocado en el espacio anular. Con el fin de asegurar una cementación optima en el pozo, la lechada debe salir por el espacio anular a superficie y dejarla en circulación un tiempo más para evitar la generación de burbujas de aire en el cemento.

Finalmente, se deja un tiempo de fraguado y endurecimiento del cemento formando una barrera impermeable o sello hidráulico al movimiento de fluidos detrás del revestidor. El volumen de lechada a bombear está determinado para alcanzar las zonas críticas como el fondo de la zapata, espacio anular, formaciones permeables, hueco desnudo, entre otras.

En caso de que **Parex** cuente con infraestructura asociada a pozos estratigráficos en el Área de Desarrollo VSM-37, a partir de la evaluación técnica de los mismos, se procederá a realizar el reacondicionamiento y/o conversión como productores y/o inyectores, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 8 de la Resolución 40048 del 16 de enero de 2015, el cual modifica el Artículo 43 de la Resolución 18 1495 del 2 de septiembre de 2009.

“Artículo 43. Clasificación de los Yacimiento y Pozos. El ministerio de minas y energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización, determinará la clasificación de los yacimientos y pozos y podrá reclasificarlos cuando las condiciones lo ameriten o por solicitud del contratista, técnicamente justificada.

Parágrafo. Los pozos estratigráficos podrán ser utilizados como productores, inyectores, pozos de observación o disposición, únicamente en la etapa de desarrollo, previo el cumplimiento de los requerimientos para intervención de pozos, de acuerdo con el Artículo 40 de la Resolución 18 1495 del 2 de septiembre de 2009 o las normas que lo modifiquen o sustituyan y del cumplimiento de los tramites ambientales pertinentes. (Subrayado, negrilla, cursiva fuera del texto original).

Es importante aclarar, que el reacondicionamiento y/o conversión de estos pozos estratigráficos, será descontado del número total de pozos y plataforma solicitados en el presente EIA.

Una vez terminada, o durante la perforación del pozo, se hace toma de registros eléctricos para perfilar las formaciones y determinar propiedades de estas en función de la profundidad (densidad, porosidad y contenidos de agua, aceite y/o gas), Finalmente, terminada la perforación del pozo, se realiza el completamiento de acuerdo con el diseño definido el cual puede ser como productor o inyector; para ambos casos se realizaría medición del potencial. En la **Figura 2-73**, se muestra la columna litocronoestratigraficas de la zona.

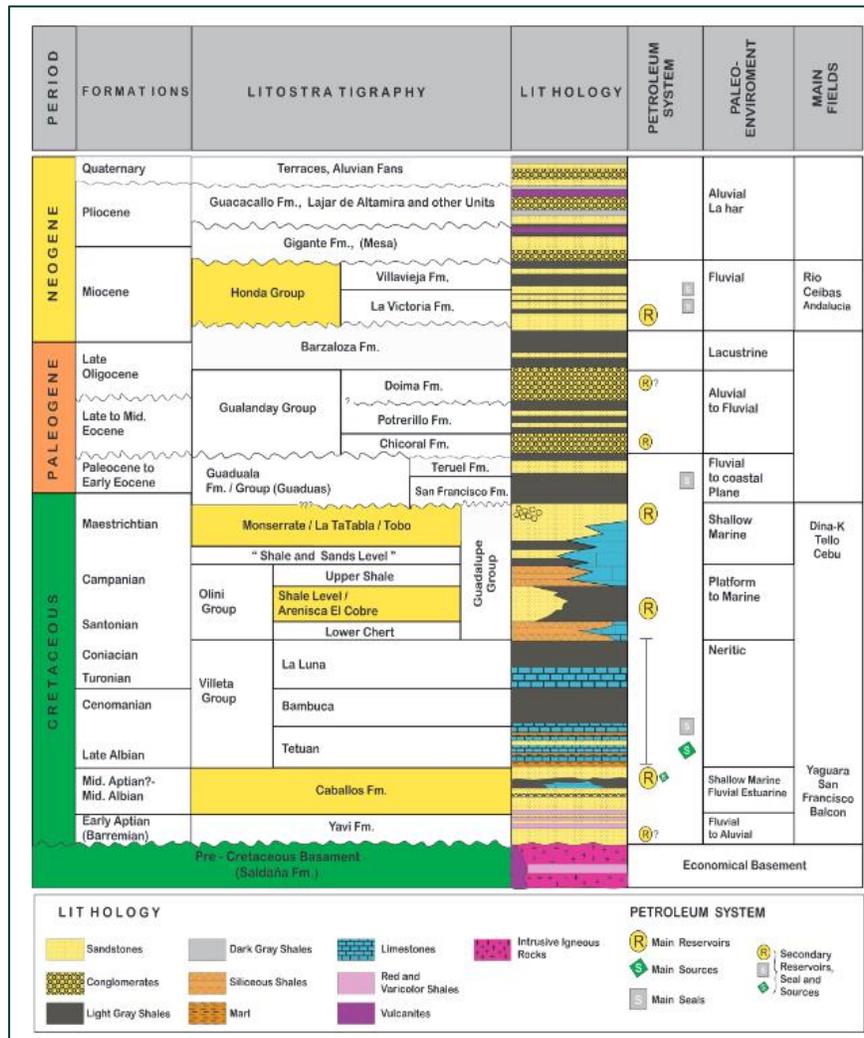


Figura 2-73 Columna litocronoestratigráfica general

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.3.1 Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación

2.2.3.3.1.1 Requerimiento de maquinaria

La movilización del equipo de perforación se hará por medio de cama baja y cama altas, dependiendo de la carga a mover, con un peso máximo de 52 toneladas, un ancho máximo de 4,5 m, un largo máximo de 15 m y una altura máxima de 4,3 m. En caso de que sea necesario el transporte de carga extra dimensionada se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Código Nacional de Tránsito Terrestre (**Ley 769 de 2002**) y disposiciones reglamentarias (**Resolución 4959 de 2006** del **Ministerio de Transporte**), o norma que los modifique y sustituya, además de acatar los procedimientos HSE establecidos por la empresa operadora.

Para armar el equipo de perforación se contará con grúas P&H (capacidad de 80 y 120 toneladas) debidamente equipadas; esta maquinaria será utilizada para la ubicación y ensamble de los diferentes equipos que componen el taladro (tanques, bombas, torres, generadores, malacate entre otros); las tuberías necesarias para la perforación se moverán por medio de cargadores y/o montacargas; en las movilizaciones se podrá tener apoyo de carro-macho. En la **Tabla 2-56** se encuentran los valores de cantidad de maquinaria mínima requerida.

Tabla 2-56 Maquinaria requerida en la etapa de perforación

MAQUINARIA / VEHÍCULO	CANTIDAD
Grúa Telescópica	3
Carro-machos	2
Tractomula (Cama baja)	Variable
Tractomula (Cama alta)	Variable
Cargadores	2
Montacargas	2
Volquetas	2
Retrocargador	1
Cargador	1
Carrotanques	2
Volquetas	1

Fuente: PAREX, 2023.

Cabe mencionar, que los requerimientos de maquinaria para el desarrollo óptimo del proyecto, puede presentar variación de acuerdo con las especificaciones dadas por cada uno de los contratistas involucrados en las actividades a desarrollar.

2.2.3.3.1.2 Requerimientos de equipos y sistemas

Para la perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37 se utilizará un equipo de perforación convencional, con una capacidad de hasta 2000 HP de potencia; el cual cuenta con el Rig up y sus estructuras anexas, tales como patio de tuberías, piscinas de lodos y tratamiento de estos, check & shot, quemadero y en general la infraestructura requerida para la perforación del pozo. En la **Tabla 2-57** se presenta las especificaciones técnicas generales del equipo de perforación tipo a utilizar y en la **Fotografía 2-7 y Fotografía 2-8** se presenta un equipo tipo de perforación.

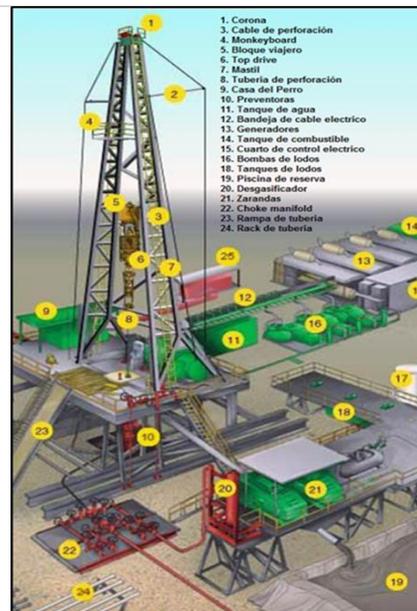
Tabla 2-57 Especificaciones técnicas del equipo de perforación tipo

ÍTEM	ESPECIFICACIÓN
Power	2000 HP
Mast: Pyramid	
Type	Cantilever
Height (ft)	156
Hookload (lbs)	1,000,000 w/ 12 lines
Substructure: Pyramid	
Type	Self Elevating
Height (ft)	30
Casing load (lbs)	700,000
Setback load (lbs)	450,000
Drawworks: Garner Denver	
Horsepower rating	2000
Drilling Line (in)	1 3/8
Auxiliary Brake	Baylor 7838
Rotary Table: Oilwell	
Table opening (in)	37 1/2
Top dive: Canrig 1050E	
Rating (Tons)	500
Drive Group: Electrical	
(5) Caterpillar D-398 5 Bay Ross Hill Model 1650 SCR System	
Mud Pumps: Continental EMSCO	
(2) FB-1600 – 1,600 HP Triplex	
Depth Rating	
Drilling	25,000 ft w/4" Drill pipe

Fuente: PAREX, 2023.



Fotografía 2-7 Taladro de perforación



Fotografía 2-8 Diagrama tipo del equipo de perforación

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.3.1.3 Equipos de perforación según la permanencia en operaciones

En la perforación de los pozos, los equipos pueden ser de carácter temporal o permanente de acuerdo con su permanencia dentro de la operación

- ✓ *Equipos de carácter temporal:* Son aquellos empleados en trabajos que por su naturaleza y necesidad son utilizados una sola vez, pocas veces (por ejemplo, la preparación de fluidos de desplazamiento) o periódicamente (por ejemplo, en operaciones de cementación).
- ✓ *Equipos de carácter permanente:* Son aquellos involucrados directamente en la perforación y que se utilizarán durante toda la operación,

A continuación, en la **Tabla 2-58** se muestran los equipos de incidencia permanente y temporal en las operaciones de perforación de los pozos, los cuales podrán variar de acuerdo con la necesidad operativa.

Tabla 2-58 Equipos permanentes y temporales para la perforación de los pozos

TIEMPO DE PERMANENCIA	EQUIPO	ACCESORIO
Permanente	Equipo de control de pozo	Indicadores de flujo
		Indicadores de volumen en los tanques de lodo
		Preventora 5K y 10K
		Choque Manifold
		Poor boy
		Super choque
		Sensores de gas
	Equipo de manejo y tratamiento de cortes y lodo	Zarandas o Shackers
		Desarenador
		Deslimador o separador de limos
		Mud cleaner
		Centrífugas
		Cash Tank
	Equipo de tratamiento de agua	Frack Tank
		Planta de lodos activados de aireación extendida (agua residual doméstica)
		Unidad de dewatering
		Kit de muestreo para pruebas físico - químicas
		Espectrofotómetro de absorción atómica
		Termoreactor
	Equipo Direccional de Pozo	Balanza
		Collar antimagnético
		Sistema Rotario

TIEMPO DE PERMANENCIA	EQUIPO	ACCESORIO
Temporal		Whipstock para desvío
		Herramientas de Evaluación de Formación (LWD)
		Herramientas de medición de desviación (MWD)
	Equipo para corazonar	Broca de corazonamiento
		Barril interno o corazonador
		Martillo de perforación
		Corecatcher
		Junta de cambio de rosca
		Junta de seguridad
	Equipo de revestimiento y cementación	Compresor
		Elevadores
		Cuñas de revestimiento
		Colgador del revestimiento
		Panel de instrumentación
		Camión de cementación
		Bombas de desplazamiento positivo
		Tanques de mezcla y de almacenamiento de cemento
		Cabeza de cementación
		Líneas alta presión tipo chiksand
		Zapato guía o flotador
		Tapón de tope
		Tapón de fondo
		Centralizadores y raspadores
	Equipo de pruebas de producción	Tanques aforados de medidas
		Manifold
		Manómetros de presión
		Separador trifásico
		Kit de evaluación de la calidad del crudo y del agua de formación
		Choques cambiables
		Líneas de conducción
Cromatógrafo de gases		
Válvula de flujo		
Tea para gas		
Equipo de Toma de Registros	Bombas de transferencia	
	Camión de Registros	
	Sondas de registros	
	Herramientas de manipulación de equipos	

TIEMPO DE PERMANENCIA	EQUIPO	ACCESORIO
	Otros Equipos	Colgador del revestimiento
		Martillo de perforación
		Equipo de soldadura
		Revestimiento, brocas
		Transporte interno de material (cargador) y transporte externo para personal y carga
		Equipo de control de incendios
		Kit de contingencias
		Equipo de primeros auxilios

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.3.1.4 Sistemas de perforación

Para la perforación de los pozos se utilizará la técnica convencional de perforación mediante la rotación de una broca a la cual se le aplica una fuerza en sentido descendente, por medio de la sarta de perforación, esta fuerza se aplica por medio de secciones de tubería pesada llamada collares de perforación, los cuales hacen parte de la sarta de perforación y se encuentran muy cerca de la broca, la cual por fricción desgasta los estratos.

La torre de la subestructura sostiene el peso de la sarta de tubería, internamente por la tubería circula el lodo el cual es inyectado a presión, sale por las boquillas de la broca y retorna a superficie por el espacio anular con los rípios o cortes de perforación, en superficie se separan los cortes del lodo mediante un equipo de control de sólidos y el lodo inicia un nuevo ciclo, mientras que los cortes van para manejo y disposición final.

Para proteger las paredes del pozo de derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema inherente a las actividades de perforación, el hueco será revestido con tubos de acero de tamaño adecuados que se cementarán por secciones; el cemento será desplazado en ascenso por el espacio anular, donde finalmente se solidificará, de esta forma, los revestimientos quedarán adheridos a las paredes del hueco.

El equipo de perforación es un sistema que está compuesto por cinco (5) subsistemas definidos así: Potencia, levantamiento, rotación, circulación y control de pozo, En la perforación de los pozos para el Área de Desarrollo VSM-37 estos pueden presentar variaciones dependiendo de la compañía perforadora, A continuación, en la **Tabla 2-59**, **Tabla 2-60** y **Tabla 2-61** se describen y establecen los componentes asociados a cada uno de los sistemas en mención.

Tabla 2-59 Sistema de Potencia y levantamiento

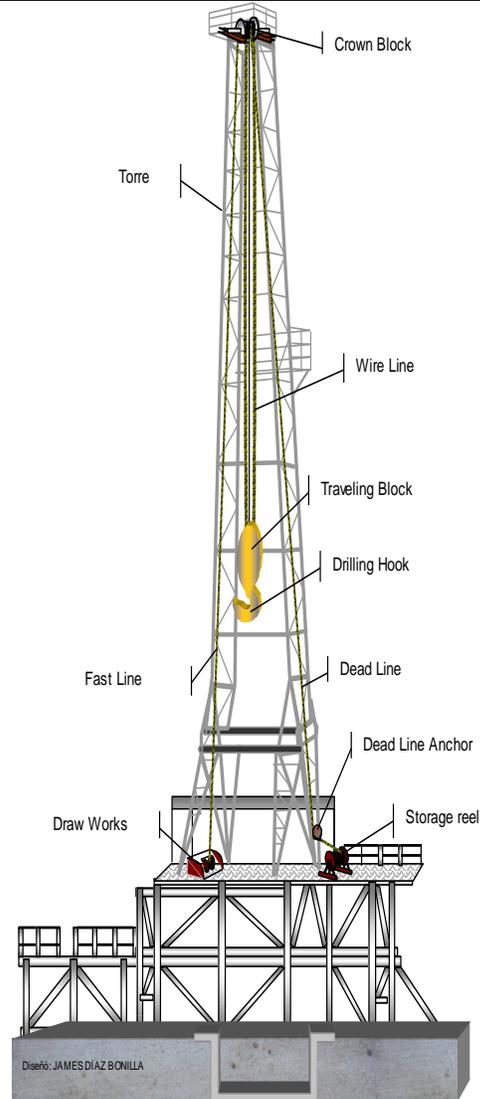
SISTEMA DE POTENCIA Y LEVANTAMIENTO

Sistema de Potencia

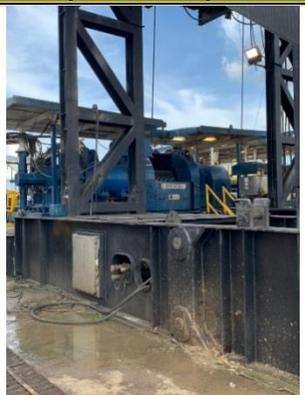
Su función es transmitir energía a todos los componentes del equipo (toda la maquinaria y motores del taladro de perforación), Este sistema se compone por los generadores de energía; el generador del top drive, en el caso que el taladro cuente con esta maquinaria; el generador utilizado para el funcionamiento de las bombas de lodo del equipo, las cuales generan la inyección y recirculación del lodo de perforación; y el generador para el campamento de la localización,

Sistema de levantamiento

Su función es subir y bajar, cada vez que sea necesario, la sarta de perforación o la tubería de revestimiento durante las actividades de perforación, Para ello, debe contar de equipos que permitan elevar estos componentes y a la vez bajar y soportar en suspensión los grandes pesos requeridos, El sistema está compuesto principalmente por la torre, la subestructura, cables; winches y guayas en acero; polea fija; bloque viajero; elevador con sus respectivos ganchos y brazos y las cuñas para soportar el peso de la sarta de perforación, La subestructura soporta el peso de la torre y el peso de la tubería, el sistema de poleas que conecta el bloque corona o fijo con el bloque viajero por intermedio de un cable, y el malacate; que es una parte de gran importancia en este sistema, pues es el encargado de suministrar la potencia necesaria para el levantamiento de tubería o el frenado durante el descenso de la misma, Este consta de un tambor que transmite el torque para el levantamiento o frenado y sostiene la línea requerida en el movimiento del bloque viajero; la transmisión cambia la velocidad y dirección del bloque viajero y los frenos paran y sostienen la tubería cuando se está bajando dentro del pozo.



Sistema	Componentes	Registro Fotográfico
---------	-------------	----------------------

<p>Potencia</p>	<p>Motores Diésel de combustión interna Generadores Tanque de combustible</p>	 <p>Fotografía 2-9 Generador de potencia tipo</p>
<p>Levantamiento</p>	<p>Torre Subestructura Piso de perforación Malacate Tambor del malacate Riel o carretel de cable Cable de perforación Ancla Polea fija Bloque viajero Bloque Corona Gancho y brazos del elevador Elevadores Cuñas Plataforma giratoria Llaves de potencia Consola del perforador / Drillers console Rampa de tubería /Pipe Ramp / V-Door</p>	 <p>Fotografía 2-10 Malacate tipo</p>

Fuente: PAREX, Ajustado por ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-60 Sistema de Rotación y control de pozo

SISTEMA DE ROTACIÓN Y CONTROL DE POZO

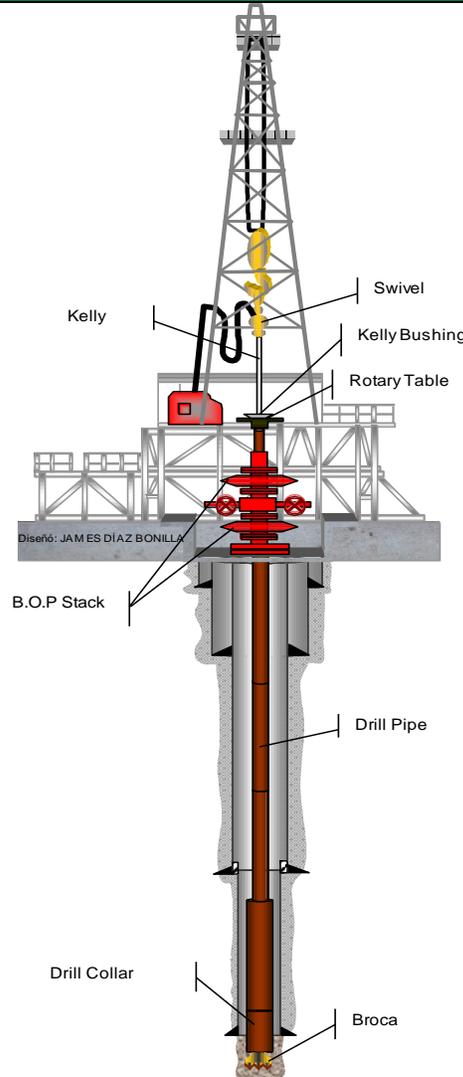
Sistema de Rotación

Este sistema le transmite la rotación o el giro de toda la sarta de perforación y permite el avance de la broca desde la superficie a la profundidad proyectada, Dentro de los componentes de este sistema están: la unión giratoria o swivel; mesa rotaria que es donde se encuentra ubicada la caseta del perforador, las herramientas como llaves de potencia y llaves hidráulicas para realizar conexiones entre juntas de tubería y donde se soportan las paradas de tubería, entre otros; buje principal; buje de manejo; vástago de rotación; buje del vástago; sarta de perforación, broca; y dependiendo del sistema se puede usar un motor eléctrico de corona (*Top Drive*) o el sistema convencional mesa rotaria (*Kelly*), La unidad *Top Drive* consta de un motor eléctrico o hidráulico controlado de manera remota, que suspende del mástil para hacer rotar la sarta de perforación y la broca desde el tope, usando una cabeza de inyección propia, en lugar de una cabeza de inyección, vástago y mesa rotaria convencional, Con este sistema se ahorra tiempo en conexiones, es más práctico y funciona con un generador independiente al resto del equipo, Con este equipo no se utilizaría rotaria, vástago de rotación (*kelly*) ni *swivel* o unión giratoria y es el mecanismo generalmente más usado,

Con el método convencional mesa rotaria las partes del sistema de rotación principales son: una unión giratoria "*SWIVEL*"; la cual soporta el peso de la sarta de perforación y permite su rotación, un vástago de rotación "*KELLY*"; primera sección de tubería después de la *Swivel*, tubo de área transversal cuadrada o hexagonal; el buje del vástago "*KELLY BUSHING*"; Pieza de igual sección transversal a la *Kelly* que le transmite torque y el buje maestro "*MASTER BUSHING*"; Parte que contiene la *Kelly Bushing* y al mismo tiempo es contenido por la mesa rotaria,

Sistema de Control de pozo

Es el equipo de seguridad (*BOP*, *Blow Out Preventer*) ubicado en la superficie, utilizado para controlar el pozo en caso contingencias por formaciones sobre presionadas, En caso de presentarse un amago de reventón, sellará y estrangulará la tubería si es necesario, impidiendo el paso de fluido del pozo hacia la superficie en forma abrupta, También permite circular el lodo por el anular para controlar el pozo, de tal forma que la formación de presión anormal sea controlada por el



lodo con una densidad mayor, mediante procesos de ingeniería debidamente implementados,

Está compuesto por el stock de preventoras (Blind Ram, anular, etc.), el choke manifold, el acumulador que suministra la energía hidráulica y el cabezal de revestimiento, montado en kill line, Se instala una vez se perfora la primera sección

Sistema	Componentes	Registro Fotográfico
Rotación	Unión giratoria (Swivel) Mesa rotaria Cuadrante o junta Kelly Buje principal Buje maestro (Master Bushing) Vástago de rotación Substituto de desgaste Buje del vástago (Kelly Bushing) Sarta de perforación Broca o Barrena Unidad Top Drive Elevador Panel de control BHA o ensamblaje de pozo Motor de fondo (opcional)	 <p data-bbox="878 961 1370 1024">Fotografía 2-11 Sistema de rotación tipo</p>
Control de Pozo	Stock de preventoras (Blind Ram, anular) Choke manifold Acumuladores Diverter Indicadores de flujo Indicadores de volumen en los tanques de lodo Indicadores de hueco lleno Línea de llenado Arietes Válvulas BOP	 <p data-bbox="878 1465 1370 1524">Fotografía 2-12 Válvulas preventoras BOP</p>

Fuente: PAREX, Ajustado por ASI S.A.S., 2023.

Tabla 2-61 Sistema de circulación

SISTEMA DE CIRCULACIÓN		
<p>Tiene la función de hacer circular el fluido de perforación hacia el interior y fuera del pozo, con el propósito de remover los recortes de roca del fondo de la perforación a medida que se avanza en la misma, además de proveer un medio para controlar el pozo y las presiones de formación mediante el fluido de perforación. El fluido parte de los tanques de almacenamiento donde fue preparado hacia la tubería de perforación a través de conexiones de alta presión debido a la succión de las bombas de lodos; después de esto, desciende por la parte interna de la tubería hasta los orificios (Boquillas) de la parte interior de la broca, para luego ascender por el espacio anular existente entre la tubería y las paredes del pozo hasta superficie; donde por medio de un equipo de control de sólidos, los cortes de perforación son separados para ser tratados y dispuestos; el lodo retorna nuevamente en los tanques de almacenamiento donde se hace el ajuste de sus propiedades para ser reutilizado en un nuevo ciclo,</p> <p>Este es un sistema cerrado compuesto principalmente por tanques de lodo, líneas de succión, transferencia y descarga, bombas de lodo, el stand pipe, cuello de ganso, la swivel o cabeza giratoria. El sistema de bombas tríplex es el más usado, ya que se pueden obtener altas eficiencias volumétricas y son de fácil operación y mantenimiento,</p> <p>Para la perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37, se empleará lodo base agua, lodos base aceite y/o lodos en base sintética,</p> <p>Otra unidad importante dentro del sistema de circulación es el sistema de control de sólidos, que se encarga de retirar tanto los sólidos de baja y alta gravedad específica, de acuerdo con las características que se deseen para el fluido de perforación (lodo pesado o no pesado). Está compuesto principalmente por: zarandas vibratorias (ShaleShaker), scalper (zarandas para remover solidos gruesos) desarenador (Desander), deslimador (Desilter) y limpiador de lodo o Mud Cleaner, Bombas centrífugas, chupador de fluidos, bombas neumáticas o de pulmón (retornar el lodo del contrapozo al sistema activo).</p>		
Sistema	Componentes	Registro Fotográfico

Circulación	<p>Tanques de lodo (3) Líneas de succión Bombas de lodo Línea de descarga Standpipe Cuello de ganso Unión giratoria Vástago de rotación Tubería de perforación Collares de perforación Broca Línea de flujo Equipo de control de sólidos (Shackers, Desarenador, Deslimador, Desgasificador, Mud Cleaner, Cash Tank, Frack Tank, Unidad dewatering, entre otros) Bombas centrífugas</p>	 <p>Fotografía 2-13 Bombas de Lodo tipo</p>
-------------	---	--

Fuente: PAREX, Ajustado por ASI S.A.S., 2023.

2.2.3.3.1.5 Sistemas complementarios en la perforación de los pozos

Además de los cinco (5) sistemas de perforación de pozos descritos con anterioridad (Ver Tabla 2-59, Tabla 2-60 y Tabla 2-61), se tiene otros sistemas secundarios y de apoyo a los sistemas principales, como son:

➤ Sistema de guía y monitoreo

Existen dos sistemas de monitoreo durante la operación de perforación, que son el operado por el perforador en los paneles especiales ubicados al lado de la mesa rotaria, y los medios en la caseta electrónica de registro de lodo (Unidad de Mud logging). En dichos sitios se controlan parámetros como profundidad, rata de perforación, velocidad de la rotaria, torque de la rotaria, peso en el gancho, presión de la bomba, densidad del lodo, tasa de bombeo, temperatura de lodo, gas en el lodo, gas libre, entre otros. En la **Fotografía 2-14** se presenta la configuración interna de una unidad de mud logging tipo.



Fotografía 2-14 Unidad de Mud Logging

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Sistemas de Control de Sólidos**

Control de sólidos es el proceso en el cual los sólidos son separados de la parte líquida del lodo para ser tratados posteriormente, La acumulación de sólidos tiene efectos indeseables sobre el rendimiento del fluido de perforación y sobre el proceso, En la **Fotografía 2-15**, se muestran los equipos del sistema de control de sólidos. Los objetivos fundamentales de este sistema son:

- ✓ Remover los sólidos indeseables provenientes de la formación perforada (sólidos de baja gravedad específica), que se encuentran en el lodo, con el fin de retornar fluido limpio al sistema activo.
- ✓ Reducir los requerimientos de dilución y adición de productos químicos, para mantener las propiedades del lodo dentro de los rangos óptimos para un buen desempeño de la perforación.
- ✓ Disminuir los costos de preparación de lodo y de disposición de desechos líquidos y sólidos, reduciendo así los costos generales del pozo.
- ✓ Conservar las propiedades del lodo y de esta manera controlar parámetros y problemas de perforación tales como: Tasa de perforación, estabilidad del hueco, daños en la formación, prevención de reventones, pegas diferenciales, etc.
- ✓ Recuperar aditivos costosos usados en la preparación del lodo para regresarlos al sistema activo.
- ✓ Disminuir los desechos generados en la perforación para disponerlos de una manera ambientalmente segura.



Fotografía 2-15 Equipos del sistema de control de sólidos

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Para el manejo y tratamiento de los cortes de perforación se utilizará un Sistema Cerrado de Control de Sólidos. El efluente del pozo se desvía desde el contrapozo por una línea de flujo (flow line) hacia el sistema de limpieza del lodo (mud cleaner system), el cual descarga los cortes separados en un catch tank o tanque metálico de 500 Bbls y estará ubicado próximo a la descarga de cortes del sistema de control de sólidos. En el catch tank los cortes serán recogidos por un cargador, el cual los transferirá a una volqueta, para transportarlos a las áreas de disposición en las piscinas donde serán mezclados con cal para su deshidratación y estabilización, Los cortes base agua son residuos inertes para poderse disponer de manera segura (teniendo en cuenta monitoreos previos y cumplimiento de la norma Louisiana 29 B) posterior a la estabilización en los ZODME (de cada locación y/o facilidades centrales de producción) y/o como relleno de las piscinas de cortes de las plataformas de perforación durante la fase de desmantelamiento, mezclados con materiales de excavación y/o el reusó como material de construcción, prefabricados, recuperación morfológica de terrenos y acondicionador o mejorador del suelos, de acuerdo al nuevo proceso de economía de tratamiento insitu.

En caso de usarse lodos base aceite y/o lodos de base sintética los cortes de perforación se separarán del lodo base aceite y/o de base sintética haciendo uso del equipo de control de sólidos, Una vez separados, se recogerán y almacenarán temporalmente en tanques de almacenamiento (catch tanks) y se entregarán a un tercero que cuente con licencia ambiental para el manejo y tratamiento y disposición final, Estos no se almacenarán en piscinas para evitar contaminación del suelo. En el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales- Capítulo 4,8 Residuos Sólidos** y en el **Capítulo 7 - Plan de Manejo Ambiental** se relaciona el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos de perforación asociados al uso de los lodos (cortes de perforación). En la **Tabla 2-62** se establece las características de los equipos utilizados en el sistema de control de sólidos.

Tabla 2-62 Sistema de control de sólidos

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
Desgasificador	Elimina cualquier fluido gaseoso o volátil incluido en el lodo que provenga del subsuelo y que pueda afectar el normal desempeño

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
	del equipo de perforación, tanto en el aspecto humano como mecánico (H2S, CO2, metano, entre otros),
Shakers o Zaranda vibratoria	Su objetivo es separar los sólidos de mayor tamaño, Deben tener la capacidad para procesar continuamente el total de la tasa de circulación del taladro y remover aproximadamente el 65% de los sólidos perforados, La remoción eficiente en los shakers evita la degradación mecánica de los cortes producida por bombas, brocas y otros procesos mecánicos,
Desarenador	Remueve aquellas arenas que logran pasar por los tamices de las zarandas y que están comprendidas entre arenas finas y muy finas,
Mud Cleaner o Limpiadores de lodos	Sistema de proceso de separación en dos etapas, comprenden varias combinaciones de hidrociclones (desarenadores y deslimadores), montados sobre una zaranda y diseñados para operar como una sola unidad, Las mallas son finas (120 a 135 mesh) y como regla básica la malla del limpiador de lodo debe ser más fina que las zarandas, Son efectivos para remover cortes más secos y facilitar la recuperación de fases líquidas costosas como lodos sintéticos o lodos base aceite, sal saturada, junto con la barita,
Separador de limos	Segrega aquellas partículas que se ubican entre arenas muy finas (1/16 mm) y arcillas (< 1/264 mm),
Separador centrífugo	Es la separación más exhaustiva de sólidos transportados por el lodo y consiste en la remoción de limos y arcillas que no logran integrarse homogéneamente al lodo de perforación haciendo parte de su material viscosificante (arcillas bentoníticas), llegando incluso a retirarse una fracción de éste.

Fuente: PAREX, 2023.

El sistema cerrado de control de sólidos y limpieza del lodo retira los materiales suspendidos denominados aligerantes, controladores de filtrado, controladores de pérdidas de circulación y trazadores (si se llegan a emplear durante la perforación), así como cualquier sólido que pueda producirse en operaciones especiales (perforado de zapatos, tapones y residuos de cementación, pescados, triturados, ventanas fresadas, etc.), a fin de permitir su recirculación.

El lodo que ha sido separado en cada etapa del proceso pasa a los tanques de adecuación donde se miden sus propiedades reológicas y se adicionan aquellos componentes necesarios para llevarlo a las condiciones con que entró al pozo o las que se requieran para ser recirculado, Como consecuencia se logra la reutilización del lodo hasta por tres veces, con un porcentaje de recuperación del 40 – 50% antes que la degradación de los componentes orgánicos (almidones) se conviertan en un problema por la generación de malos olores y la carga de compuestos utilizados en la formulación corriente afecte la reología del fluido.

➤ Sistema Dewatering

Los cortes que no son mecánicamente removidos del lodo pueden llegar a causar problemas de viscosidad y deben diluirse con lodo nuevo. El exceso de lodo creado por este proceso debe ser deshidratado antes de descargarlo al sistema de tratamiento de agua; si es descargado, el costo del tratamiento de agua se incrementa significativamente, así como el tiempo de tratamiento.

Para ello, en la perforación de los pozos se contará con un sistema de tratamiento de los lodos de desecho, conocido como Unidad Dewatering; con el objetivo de separar la fase sólida de la fase líquida mediante la combinación de los procesos químicos por floculación y coagulación y el proceso físico de Centrifugación, Los sólidos generados en el proceso de dewatering caerán en un catch tank, mientras que el líquido (agua) será reciclado al sistema activo para preparar lodo nuevo o enviarlo al sistema de tratamiento de agua. En el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales - Capítulo 4.3 Vertimientos** Y En El **Capítulo 7 - Plan de Manejo Ambiental** se relaciona el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos industriales asociados a las actividades de perforación. En la **Tabla 2-63** se establece las características de los equipos utilizados en el sistema Dewatering

Tabla 2-63 Equipos y funciones del Sistema Dewatering

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS/ FUNCIONES
Centrífuga decantadora	Se utiliza para la separación de las fases líquido-sólido, Debe generar la Fuerza G adecuada para manejar el sistema, pues a muy baja velocidad no proporciona una adecuada separación y a una velocidad alta no rompe los flóculos, Capacidad de Procesamiento: 500 Bbbs/día de lodo,
Tanque de recolección de lodo	Tiene aproximadamente 60 Bbbs de capacidad y está ubicado en el cuarto compartimiento del tanque de dewatering, Posee un sistema de agitación para evitar la sedimentación de los sólidos y asegurar una mezcla homogénea para el dewatering, Incluye una bomba centrífuga,
Tanque de polímero	Tanques para mezcla de los polímeros con agua fresca, La unidad de dewatering contará con (2) tanques de 25 barriles cada uno, equipados con un agitador eléctrico tipo aspas, Cada tanque tendrá un embudo para mezcla de polímero para asegurar máxima eficiencia en la mezcla,
Bombas de alimentación	Su función es alimentar de lodo la centrífuga de dewatering, desde el tanque de lodo hasta el mezclador estático, Es una bomba de desplazamiento positivo, Posee un disco de velocidad variable para facilitar una tasa óptima de alimentación de la centrífuga a un conjunto dado de condiciones
Tanque de dilución de agua	Tiene una capacidad de 60 Barriles y es el tercer compartimiento del sistema de dewatering, Inicialmente se llena con agua fresca y posteriormente el agua procesada deberá recircularse para ese fin,
Tanque de coagulación	Tanque de fibra de vidrio separado de 1,000 o 2,000 Litros utilizado para todos los coagulantes (ácido acético, cal) excepto ácido clorhídrico, Si se utiliza ácido acético será bombeado directamente desde canecas de 55 galones,
Bomba de coagulante	Bomba de partes de teflón para ofrecer mayor resistencia al ácido; bombea el coagulante desde el tanque de 1,000 Lt o desde la caneca de ácido, Cuenta con un regulador de aire para controlar la tasa de bombeo,
Mezclador estático	Es un manifold de mezcla con desviadores de flujo en su interior para un mejor mezclado de los diferentes componentes del dewatering, El lodo es mezclado aquí con agua de dilución, La mezcla diluida es coagulada y luego mezclada con el polímero floculante; esta mezcla combinada viaja a través de los desviadores de flujo en el mezclador estático que le suministra energía al sistema contribuyendo a la formación de flóculos y a la separación del agua,

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS/ FUNCIONES
Tanque de agua limpia	Este tanque se utiliza para recibir el agua que no es reutilizada para dilución, Desde este tanque puede ser enviada al sistema de tratamiento de agua para ser mezclada con el agua residual proveniente de la planta de tratamiento de aguas negras y realizar el tratamiento final para ser descargada o ser reutilizada para el lavado del equipo, enfriamiento de bombas o preparación de lodo,

Fuente: PAREX, 2023

Mediante el sistema de dewatering se procesarán los siguientes fluidos:

- ✓ Lodo desechado del sistema activo como resultado de dilución
- ✓ Lodo desechado durante cambios de fluido
- ✓ Cualquier lodo que llegue a los canales perimetrales de la torre de perforación
- ✓ Lodo descargado por el equipo de control de sólidos

2.2.3.3.1.6 Proceso de perforación de pozos

Tal como se ha indicado previamente, la perforación de los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37, se realizará con un equipo de perforación dirigida por rotación empleando un impulso de tope (*top drive*) o convencional mesa rotaria (*Kelly*), con el que se perforará el hueco a diferentes secciones o etapas, de acuerdo a al programa de perforación y las condiciones de la zona en el subsuelo; para alcanzar la formación objetivo; con profundidades de pozo máximas de 14.000 ft TVD (profundidad total del pozo). En la **Figura 2-74** y **Figura 2-75** se muestra el diseño tipo de los pozos a perforar. Cabe resaltar, que los diseños de cada pozo pueden someterse a cambios una vez se establezca el programa de perforación final.

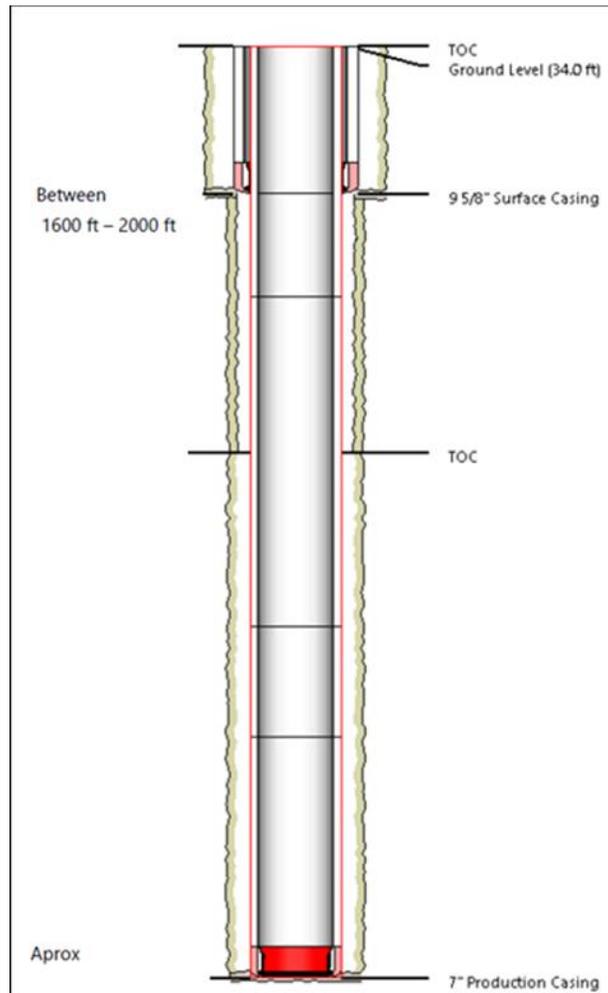


Figura 2-74 Estado mecánico tipo de la perforación de pozo

Fuente: PAREX, 2023

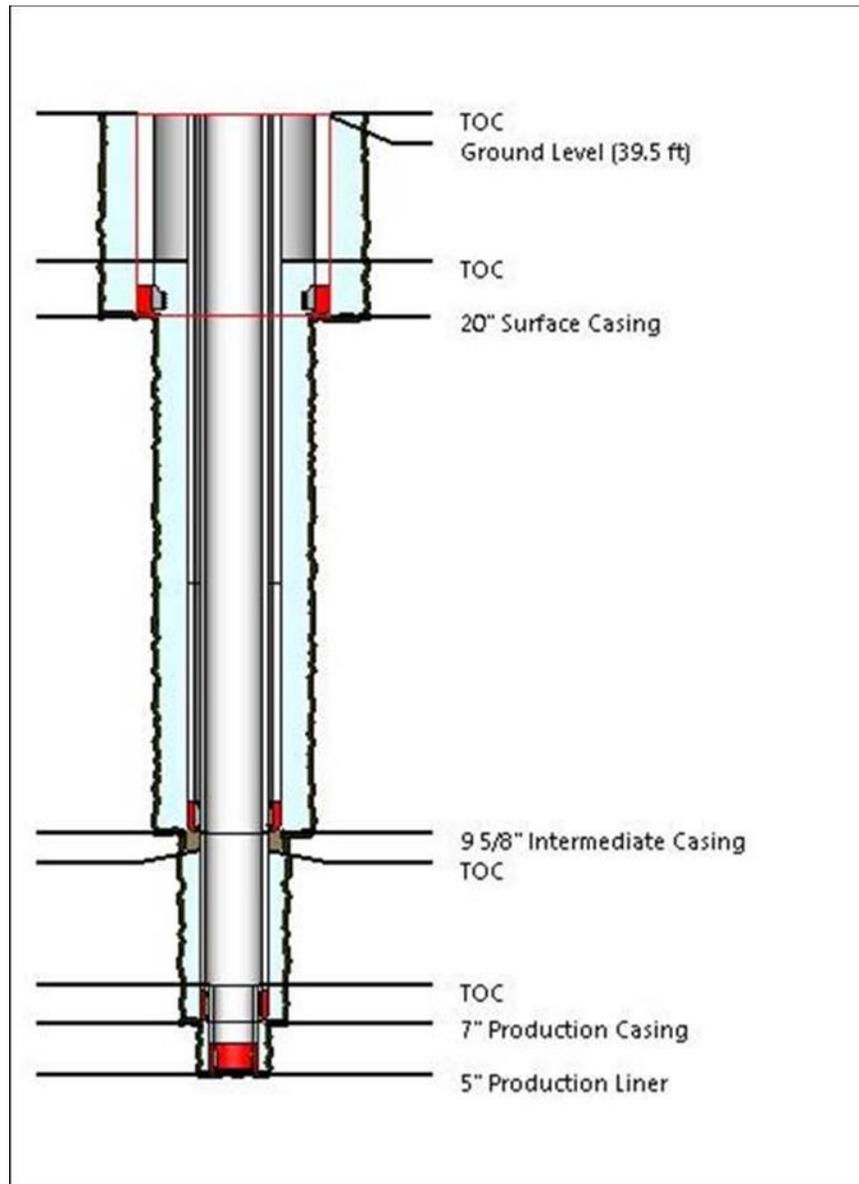


Figura 2-75 Estado mecánico tipo de la perforación de pozo inyector y/o reinyector

Fuente: PAREX, 2023

➤ Rotación de la Broca

La transmisión de la rotación se efectuará directamente a la sarta y posteriormente a la broca a través de un sistema de transmisión mecánica e hidráulica, la fuerza de los motores del equipo de perforación se transmite a la mesa rotaria (Kelly) instalada sobre el piso de la plataforma de perforación y ésta, por medio de una cuña apropiada, la transmite a la sarta de perforación y por consiguiente a la broca. En caso de utilizarse el sistema de Top Drive, la transmisión de rotación se efectuará mediante un motor eléctrico e hidráulico controlado

de manera remota que suspende del mástil del equipo de perforación para hacer rotar la sarta de perforación y la broca desde el tope, usando una cabeza de inyección propia; que va conectada directamente a la sarta de perforación.

En el proceso de perforación, además de los equipos mencionados se tiene otros elementos que son importantes durante perforación de los pozos:

- ✓ *La Broca:* Es el elemento conectado al extremo de la sarta de perforación que corta las formaciones a perforar, Esta es escogida de acuerdo con el diámetro, dureza y clase de rocas a atravesar.

En la industria existen básicamente dos tipos de brocas, las tricónicas en las que tres conos giran sobre cojinetes para hacer uso de todos los elementos, sus dientes son de acero y de insertos de carburo de tungsteno y las brocas de cortadores fijos elaboradas en diamantes naturales, PDC (Diamantes Policristalinos Compactos) y TSP (Diamantes Policristalinos Térmicamente Estables), Poseen un sistema que permite el paso del lodo a alta presión (jets) para el enfriamiento de la broca y para impactar la roca facilitando su perforación gracias a la fuerza hidráulica ejercida por el fluido de perforación

- ✓ *La Sarta de Perforación:* Es la parte del equipo de perforación, formado por diferentes componentes que son armados en forma secuencial para conformar el ensamblaje de fondo (BHA) y la tubería de perforación; y cuya finalidad es transmitir rotación y torque desde la mesa rotaria o Top Drive y transportar el fluido de perforación a la broca, Está compuesta por:
 - o Tubería de peso (Botellas o Drill Collar, Heavy Weight Drill Pipe): Se conectan, el primero a la broca y luego unos con otros sucesivamente según se requiera para dar peso a la broca y obtener la rata de perforación adecuada
 - o Tubería de perforación: Es un tubo de acero o aluminio usado para transmitir energía de rotación y permitir el flujo del lodo a la broca, Instalada en la mesa del taladro en paradas de 2 ó 3 juntas, dependiendo de la altura de la torre.

La longitud más usada es de 30 pies y esta no incluye la unión de la tubería que va fija en cada extremo, la cual es un accesorio especial con enroscado que se agrega a los extremos de cada sección de tubería de perforación, permitiendo así conectar las secciones de tuberías para armar la sarta de perforación.

- o Estabilizadores: Estos hacen parte del BHA (Bottomhole assembly) ayudan a la verticalidad del pozo y previenen las pegas diferenciales ya que mantienen alejados os drill collar y sarta de paredes del pozo.
- o Martillo de Perforación: Herramienta que se incluye en la primera sección de la tubería de peso, En caso de tener pegas entre las paredes del pozo y la tubería que al activarse con peso y/o tensión ayuda a liberar la sarta.
- o Motores: Este tipo de equipos se instalan con el fin de permitir el cambio en la trayectoria vertical del pozo.

➤ **Descenso de la broca**

El punto principal de control de la perforación lo constituye el freno del malacate que suelta o recobra el cable de acero que sirve para sacar o descender la sarta, El cable se enrolla en el tambor del malacate, de allí sube al juego de poleas fijas que se encuentran en la parte superior de la torre de perforación, desciende al bloque de poleas móviles, asciende nuevamente a las poleas fijas y así sucesivamente hasta completar un aparejo de 4 ó 6 poleas, de gran solidez y capacidad, pues va a sostener todo el tiempo la sarta durante la perforación y sirve, tanto para izarla como para descenderla en la operación de cambio de broca. Igualmente sirve para descender la tubería de revestimiento.

Por medio del freno que actúa sobre el tambor del malacate, se gradúa el peso que debe imprimirse a la broca. A medida que ésta corta la roca, se va soltando el freno y la sarta desciende. Por medio del indicador de peso sobre la broca, se sabe hasta qué punto se suelta cable para que la sarta descienda y aumente el peso sobre la broca,

➤ **Circulación de lodo**

En la perforación del pozo, el lodo o fluido de perforación entre otros, cumple con las siguientes funciones: arrastrar hasta superficie 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.

El lodo circula continuamente a partir de los tanques de lodo, el cual es succionado por las bombas de lodo e impulsado a alta presión para pasar a través del stand pipe, las mangueras rotativas (Rotary Hose), la swivel o cabeza giratoria y la Kelly o Top Drive. El lodo entra por la tubería de perforación hasta llegar a la broca; donde por los orificios de esta el lodo es expulsado a gran velocidad y alta presión alejando los recortes de la broca y ayudando a limpiarla. El lodo arrastra los cortes de perforación y asciende o sube por el espacio que queda entre el pozo y el exterior de la tubería de perforación conocido como espacio anular. El Lodo con los cortes de perforación pasa a través de la línea de retorno y antes de descargarlo nuevamente en los tanques de lodos pasa a través de zarandas vibratorias, desarenadores, desarcilladores y centrífugas para limpiarlo completamente de partículas de roca y sedimentos. De esta manera se puede tener un lodo limpio que permite ser involucrado nuevamente dentro del sistema y formar un circuito semicerrado.

Los principales elementos que componen el equipo de circulación del lodo son:

- ✓ *Tanque de lodo (Mud Tank):* Es un contenedor metálico utilizado para almacenar y controlar el fluido de perforación; en este se lleva a cabo la preparación y acondicionamiento de los fluidos de perforación mediante la adición de diferentes aditivos agregados por medio de un equipo en forma de embudo. Generalmente va acompañado de un tanque de retorno, uno de succión y uno de reserva, aunque dicho arreglo puede variar dependiendo de la profundidad del pozo y el tipo de lodo a utilizar.
- ✓ *Línea de succión:* Línea que conecta los tanques de lodo con las bombas
- ✓ *Bombas de Lodo:* Son el corazón del sistema de circulación. Mueven grandes volúmenes de lodo bajo presión
- ✓ *Línea de descarga:* Transporta el fluido de perforación hasta el stand pipe (tubería vertical).

- ✓ *Manguera rotatoria*: Manguera de goma fuerte y flexible que se conecta al stand pipe y al top drive o swivel – Kelly, diseñada para conducir el lodo dentro de la tubería de perforación, Su principal función es facilitar el movimiento vertical de la sarta de perforación.
- ✓ *Línea de retorno (Flowline)*: Tubería que conduce el lodo que viene por el espacio anular hasta el sistema de control de sólidos.
- ✓ *Tanque o presa de asentamiento*: Contenedor de acero utilizado para almacenar el fluido de perforación durante el acondicionamiento. También se le conoce como trampa de arena.

➤ **Instrumentos**

Por otro lado, además de los elementos, equipos y sistemas de perforación mencionados, para el control de la perforación se requieren otros instrumentos como son:

- ✓ Manómetros, para medir la presión del lodo a la salida de las bombas que lo inyectan a la sarta.
- ✓ Tacómetro, que mide la velocidad de rotación de la sarta y, por consiguiente, la de la broca, expresada en revoluciones por minuto.
- ✓ El indicador de peso sobre la broca, sin duda el principal instrumento para el perforador, Por medio de él, puede saber que parte del peso se hace recaer sobre la broca y que parte sobre el cable.
- ✓ El indicador de torque, conociendo la resistencia de la tubería a la torsión, el perforador puede controlar que el torque se mantenga en un límite prudente.

➤ **Revestimiento y Cementación**

El revestimiento es una tubería de acero de diferentes tamaños que se introducen al pozo perforado y que son aseguradas a las paredes del pozo mediante un cemento especial, La función del revestimiento es asegurar la protección del hueco; aislar zonas, previniendo la contaminación de aguas superficiales y contaminación entre zonas; proveer medios de control de presiones de formación; facilitar la instalación de los equipos de completamiento y/o producción del pozo para proveer una vía de flujo de los fluidos producidos desde el yacimiento hasta superficie, entre otros. Para el diseño del revestimiento se tendrán en cuenta las condiciones que se presenten en el pozo durante la perforación, ya que esto involucra los parámetros geométricos, presiones, profundidades, fluidos dentro de las formaciones y la temperatura en los diferentes eventos durante la vida del pozo.

La cementación es la operación mediante la cual se bombea una lechada de cemento por la tubería de perforación, para adherir la tubería de revestimiento a las paredes del pozo. Una vez se ha llegado a la profundidad, a la que según el diseño se debe colocar el revestimiento, se procede a sacar la tubería de perforación para luego bajar la tubería de revestimiento y bajar nuevamente la de perforación. Después, se sienta el empaque en el espacio anular de las tuberías para impedir que la lechada retorne a superficie por esta vía, obligándola a circular por el espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y las paredes del pozo. Cuando la lechada retorna a superficie, se asume que el revestimiento ha sido cementado, sin embargo, se deja circular un tiempo más para evitar que queden atrapadas burbujas de aire dentro del cemento, las cuales se escapan una vez éste fragua y ocasionan una deficiente cementación, El volumen de lechada a bombear es

predeterminado para alcanzar las zonas críticas como: fondo de la zapata, el espacio anular y formaciones permeables,

Para el proceso de cementación se utiliza principalmente un camión de cementación, bombas de desplazamiento positivo, silos para almacenamiento de cemento, líneas de alta presión, entre otros. En la industria existen diferentes métodos de cementación uno de los cuales utiliza una cabeza de cementación, zapato guía o flotador, collar flotador, tapón tope y tapón fondo.

Otro método de cementación es realizado con ayuda de un stinger, que es una herramienta diseñada para vincular la tubería de trabajo con el retenedor de cemento, la cual permite realizar inyecciones de cemento a presión, por debajo del retenedor, asegurando la hermeticidad por medio de un sello de alto rendimiento, Dicha herramienta puede ser utilizada con Tubing (Tubería de perforación) o Coiled Tubing (Tubería de perforación enrollada); ya que posee un cuerpo centralizador que garantiza la inserción del vástago de inyección. El proceso para esta cementación inicia, corriendo la tubería de revestimiento, la cual estará compuesta de un zapato flotador especial y el adaptador de sello especial. El stinger se acopla cerca del sello del zapato flotador y una vez se corre la tubería de revestimiento, se procede a bajar la sarta de cementación (generalmente tubing o tuberías de perforación), circulando lodo en todo el sistema para asegurar que el stinger y el espacio anular estén limpios de cualquier impureza. Luego se procede a bombear la lechada de cemento acompañado de un fluido espaciador por delante y por detrás del mismo. En este caso no se usan tapones de cementación debido a que el diámetro del stinger es generalmente más pequeño comparado con el diámetro de la tubería evitando así la contaminación del cemento debido a los fluidos espaciadores.

➤ **Registros Eléctricos**

Una vez se alcanza la profundidad esperada, y antes de bajar el revestimiento, se dispone a bajar unas sondas de medición hasta el fondo del hueco por medio de un cable, que van midiendo de forma continua varias propiedades de las formaciones en función de la profundidad, con el fin conocer los tipos de formación y las características físicas de las rocas, tales como densidad, porosidad, contenidos de agua, de petróleo y de gas, y las cuales son interpretadas en superficie, En la **Fotografía 2-16**, se muestra la unidad de toma de registros eléctricos tipo. A continuación, se describen algunos de los tipos de registros eléctricos que se podrían utilizar en la perforación de los pozos:

✓ Evaluación de formación

- o **Gamma Ray:** Este registro tendrá como objetivo determinar la litología y correlacionar los topes de formación con pozos cercanos, medir la radioactividad natural de las rocas detectando elementos como Uranio, Torio y Potasio.
- o **Resistividad:** La resistividad permitirá medir la resistencia de una formación a conducir electricidad y será usada para determinar el tipo de fluido que ocupa el espacio de poro en una roca, los niveles de saturación de agua y aceite en las formaciones y la movilidad del fluido.
- o **Sónico:** Este registro permitirá obtener un indicador directo de la porosidad y la compactación.

- o **Potencial espontáneo:** Mide el potencial eléctrico de la formación, Puede ser usado para determinar litología, la resistividad del agua de formación y ayuda a correlacionar pozos.
- o **Densidad:** Determinará la densidad de electrones en una formación bombardeándola con rayos Gamma, estos colisionarán con los electrones de la formación y sufrirán una pérdida de energía, el número de partículas que regresa será una función de la densidad de la formación.
- o **Porosidad Neutrón:** Este registro medirá la concentración de iones de hidrogeno, que sufrirán una pérdida de energía al colisionar con los núcleos atómicos. La mayor pérdida de energía ocurre cuando colisiona con átomos de hidrogeno pues son de masa similar.
- o **Resonancia Magnética Nuclear (NMR):** Medirá los tiempos de relajación transversal y en algunos casos longitudinales de protones en campos magnéticos. Una vez procesada, esta información será usada para inferir porosidad y la proporción de fluido libre en la formación. Asociado con otros datos, este registro también proporcionará información sobre de permeabilidad y viscosidad.
- o **Mineralogía:** Este registro proporcionará información acerca de la composición atómica de la formación a partir de procesos de captura y activación de neutrones. En base a los espectros de rayos gamma obtenidos para cada elemento, se modela la mineralogía de la formación bajo estudio.
- o **Imágenes:** Variaciones acimutales de distintas propiedades físicas de la formación se podrán evidenciar usando herramientas con alto grado de segmentación en sus receptores. Estas herramientas operarán normalmente en base a la medición de microresistividad, de la velocidad del sonido a alta frecuencia, o en base a la dispersión de radiación ionizante y permitirán obtener imágenes bidimensionales a lo largo del pozo.

✓ Condición del Hueco

- o **Caliper Log (calibre del pozo):** Este registro proporcionará un perfil del hueco indicando agrandamientos y reducciones del hueco. Es importante conocer el diámetro real del hueco para realizar cálculos precisos de volúmenes de cemento y determinar el efecto de estas variaciones en los otros registros.
- o **Cement Bond Log:** Es un registro acústico o sónico que se utilizará para verificar la integridad (calidad y dureza) del cemento entre el revestimiento y la formación, Se basa en el principio de que el sonido viaja más rápido a través del cemento que a través del aire. Por lo tanto, si el cemento está bien adherido dará una señal rápida y el mal adherido una señal lenta.



**Fotografía 2-16 Unidad de Registros
Eléctricos**

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Corazonamiento**

Si la operación lo requiere y así se establece, se extraen pequeños bloques de roca a los que se denominan "corazones" y a los que se hacen análisis en laboratorio para obtener un mayor conocimiento de las capas que se están atravesando. El objetivo del corazonamiento es obtener características físicas del yacimiento como porosidad, permeabilidad, saturación de fluidos, entre otras y definir cambios en las mismas. Su aplicación incluye evaluación de posibles zonas productoras, determinar condiciones estratigráficas del subsuelo, seleccionar intervalos de cañoneos, definir contactos entre otros.

Este equipo estará compuesto por el barril de corazonamiento que es una herramienta tubular que se instala en el inferior de la sarta de perforación. Este contiene dos barriles: uno interior, no rotante, de pared delgada, que captura el núcleo a medida que va bajando la broca de corazonamiento, y otro pesado, de pared gruesa, exterior, que protege el barril interior y además toma el lugar del collar inferior, las brocas de corazonamiento son cortadores de diamante, las cuales han demostrado su durabilidad, su confiabilidad para el corte y capacidad de recuperación de núcleo. El conejo o coremaker, es un dispositivo de metal, puesto dentro del barril interior antes de comenzar a tomar el núcleo. Cuando se ha sacado todo el núcleo del barril, el conejo sale indicando que el barril ya está vacío.

➤ **Cañoneo**

Finalmente, se realiza el cañoneo, el cual consiste en crear abertura a través de la tubería de revestimiento y el cemento para establecer comunicación entre el pozo y las formaciones productoras. La operación se realizará con cañones y consiste en el posicionamiento de estos en fondo del pozo junto a la zona productora o inyectora. Los cañones contienen explosivos con cargas específicas para ser detonados desde superficie, Las profundidades dependen de las formaciones y objetivos del pozo.

➤ **Completamiento**

Es la configuración de equipos en subsuelo (tubería de producción o sarta de producción, empaques y demás herramientas u equipos dentro del pozo) y superficie (Árbol de navidad

y/o sistemas de levantamiento artificial) necesaria para conducir los fluidos del yacimiento a superficie de forma controlada y segura. La productividad e inyectividad de un pozo y su futura vida útil es afectada por el tipo de completamiento y los trabajos efectuados durante la misma.

2.2.3.3.1.7 Equipos complementarios

En el área de la plataforma se instalará la torre de perforación, los generadores, las bombas, el sistema de tratamiento de lodos y los tanques. La locación o área de la plataforma donde se ubicarán todos los equipos y maquinaria que hacen parte de las operaciones de perforación están contenidos por cunetas perimetrales, que conducirán los flujos de agua al tratamiento de aguas residuales industriales de los pozos a un skimmer / trampa de aceites.

2.2.3.3.1.8 Tea o quemador

Para el manejo de gases durante la perforación, es importante por contingencias contar con quemaderos (flare pits) o tea; como elemento de seguridad para la quema de eventuales influjos de gas.

2.2.3.3.2 Instalaciones de apoyo

Se refiere a la infraestructura de soporte en las actividades de perforación de un pozo, ya sea contenedor, bodegas y contenedores, para uso de alojamientos, oficinas, casinos, almacenamiento de insumos, manejo de residuos, entre otros. A continuación, se describen las instalaciones de apoyo en la perforación de un pozo tipo convencional; sin embargo, se aclara que las instalaciones definitivas se presentarán en los Planes de Manejo Ambiental específicos.

2.2.3.3.2.1 Campamentos

En estas áreas se localizarán los contenedores que cumplirán la función de campamentos y/u oficinas, donde se ubicarán las personas que intervendrán durante el proceso de ejecución y puesta en operación del proyecto. Se conformarán vías de acceso a las áreas de parqueo y al área de campamento general.

2.2.3.3.2.2 Campamentos tipo

Durante la etapa de perforación habrá un sector destinado a campamento el cual se compone de contenedores o tráiler para el funcionamiento de oficinas, enfermería, cocina, casino (comedor), laboratorios, dormitorios, lavandería, talleres, almacenamiento de insumos, sustancias y repuestos; además de tanques de almacenamiento de combustible, generadores, tanques de agua potable y plantas de tratamiento de aguas domésticas y residuales.

➤ **Campamento base**

El personal que allí se alojará, corresponde únicamente a trabajadores que permanezcan en el pozo. El campamento está diseñado para hospedar al personal cuya presencia es indispensable durante el proceso de perforación, el personal contratado de la comunidad se alojará en sus respectivas casas. Para estos campamentos se usarán los contenedores con conexiones externas de energía, de agua potable y adicionalmente un sistema de conducción de aguas residuales a tratar en una planta de tratamiento. Además, se contará con un sistema permanente de comunicaciones para uso del proyecto y del personal alojado en el campamento. Para el tratamiento de las aguas negras se contará con un sistema de tratamiento compacto tipo Red-Fox o similar; mientras que las aguas grises serán separadas de las aguas negras mediante tuberías independientes, para ser conducidas hacia una trampa de grasas portátil. El efluente de las plantas de tratamiento de lodos activados y de las trampas de grasas serán entregadas a terceros autorizados y/o se dispondrán por medio de la alternativa de *recirculación* para riego de vías para el control de material particulado, según lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Resolución 1207 de 2014 (Ver **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Capítulo 4,3 Vertimientos**).

➤ **Campamento operativo**

El campamento operativo está ubicado en la plataforma multipozo, durante las labores de perforación y estará conformado por:

- ✓ Caseta de soldadura: Lugar donde se llevarán a cabo las actividades de soldadura de accesorios que puedan manipular independientemente. Debe quedar ubicada lo suficientemente retirada de los lugares donde se almacenan productos químicos de alto riesgo de inflamabilidad, tales como pinturas, combustibles, entre otros.
- ✓ Batería de baños: Se instalará una batería de baños para el personal, la cual constará de una (1) unidad sanitaria, una (1) ducha y un (1) lavamanos, complementada con un tanque de almacenamiento de agua para uso doméstico.
- ✓ Área de almacenamiento de químicos (Placa de cemento para materiales): Se refiere al área sobre placa de cemento para el acopio y/o almacenamiento de los insumos químicos, aditivos y materiales que se requieran de forma permanente en el lugar de las operaciones preparación del lodo, para las operaciones de completamiento, toma de registros y pruebas de producción del pozo).

La placa debe ser lo suficientemente amplia para permitir el almacenamiento de la mayor cantidad posible de productos y tener una vía de acceso adecuada para el tránsito del cargador y los camiones. De igual manera, el almacenamiento debe contar con los estándares establecidos en las hojas de seguridad de los productos y el área contara además con todos los elementos y equipos para la atención de posibles emergencias o contingencias, tales como: kit ambiental, extintores, diques (geomembrana), etc.

- ✓ Almacenamiento de aceites lubricantes: Los recipientes de aceites lubricantes serán instalados sobre estructuras metálicas para facilitar su manipulación, con protección ambiental para retener cualquier goteo o derrame y así evitar filtraciones en el suelo, Los aceites lubricantes usados y los residuales recolectados en el skimmer de la

plataforma de perforación se almacenarán en canecas de 55 galones debidamente protegidas, colocadas sobre estibas y con geomembrana en el piso. Después de tener un volumen acumulado suficiente, se enviarán a su disposición final.

Se realizará la verificación permanente del embalaje y estibado de los productos. Adicionalmente deben estar presentes las hojas de datos de seguridad de los productos.

- ✓ Tanques de almacenamiento: Son usados para suplir las necesidades de agua y combustibles en la locación, Se dispondrá de los siguientes tanques: Uno (1) o dos (2) tanques para el almacenamiento de agua para uso industrial, uno (1) o dos (2) tanques para el almacenamiento de agua para uso doméstico, tanques para el almacenamiento de combustible (Diésel): dos (2) para los requerimientos de la empresa perforadora (taladro), uno (1) para la empresa de control de sólidos y los necesarios para la preparación, almacenamiento y mantenimiento del lodo de perforación.

Los tanques de almacenamiento de combustibles será almacenado en tanques cuya capacidad dependerá del equipo de perforación empleado y estarán protegidos con diques impermeabilizados que garantice el confinamiento del 110% del volumen del tanque de almacenamiento de mayor capacidad, o en su defecto se podrán utilizar tanques de almacenamiento de combustibles que posean su propio tanque de contenido de derrames, que aseguren el porcentaje de contención que estipula la normatividad actual como: piso y laterales estancos, compuestos por láminas de acero, para evitar derrames, una trampa recolectora en la parte interna, una válvula para drenaje de la caja recolectora.

En caso de utilizar los diques se contará con válvulas de evacuación y cierre ante una contingencia y el piso estará aislado con geomembrana, Además, los tanques de almacenamiento de los combustibles deberán tener la rotulación correspondiente donde se indique el contenido, peligrosidad y precauciones de necesarias de empleo, de conformidad a las normas de seguridades específicas. El área debe estar debidamente señalizada, y tener los elementos de atención de emergencias necesarios de acuerdo con el combustible a almacenar, (Ver **Figura 2-76**).

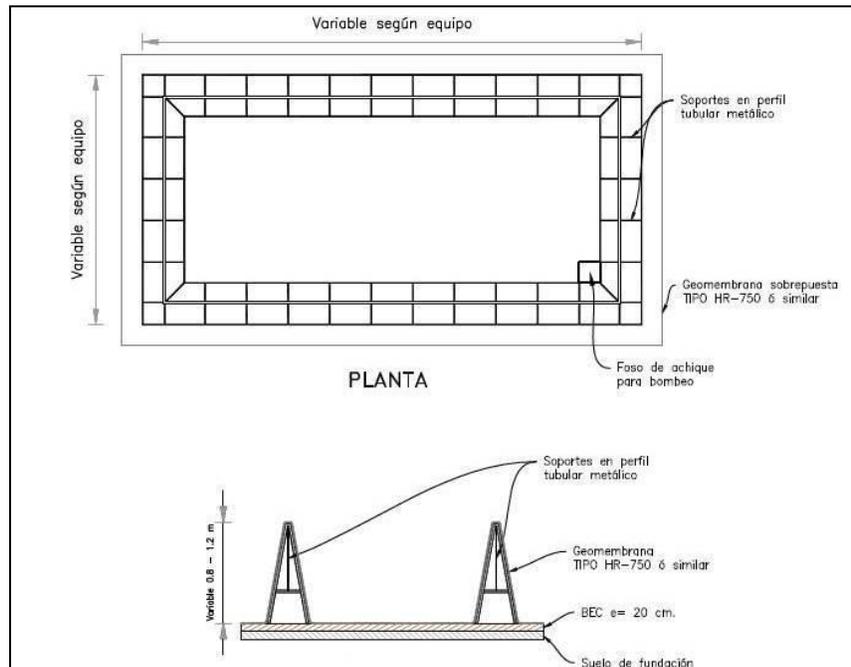


Figura 2-76 Esquema tipo del área de almacenamiento de combustibles.

Fuente: PAREX, 2023

- ✓ Lugar de ubicación de tubería: Sitio descubierto para ubicación de la tubería de perforación, revestimiento en las diferentes operaciones y herramientas.
- ✓ Contenedores para personal y operativos: funcionarán como oficina y dormitorio, contarán con baño privado cada uno.
- ✓ Laboratorio: En la plataforma de perforación se instalará un contenedor destinado a un laboratorio, el cual está dotado con un equipo básico para el monitoreo de calidad y control de las propiedades del lodo de perforación, gas, crudo o condensados y calidad del agua; cuenta como mínimo con los siguientes elementos: pH-metro, conductímetro, termómetro (agua y suelo), filtro prensa API, reómetros, kit de medición de humedad del suelo, BSW, gravedad API y cloruros, equipo de prueba de jarras, cromatógrafos, entre otros, este laboratorio se instalará con el objetivo de medir y llevar un control sobre las propiedades reológicas, la densidad, el filtrado, el pH, el porcentaje de arena, sólidos y líquidos del lodo producido, las características de las formaciones que se van atravesando a lo largo de la perforación, los fluidos de producción, además de las aguas a ser empleadas por el proyecto y las aguas residuales que ingresan y salen de los sistemas de tratamiento.

Teniendo en cuenta que en los campamentos se requiere conexión a energía eléctrica, agua tratada e instalaciones sanitarias; la energía eléctrica se tomará de una planta generadora, mientras el agua para consumo humano se realizará mediante las alternativas de captación planteadas y/o por la compra con terceros autorizados, Ver el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales.**

2.2.3.3.3 Requerimientos de insumos y fuentes de energía

Los materiales e insumos que se requieren para la perforación de cada pozo son básicamente los necesarios para la preparación del lodo, mantenimiento de los equipos y maquinarias, los materiales de oficina, las actividades de cementación y tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales) y de los sólidos generados por el paso del lodo en el sistema de control de sólidos del taladro (una vez éste sale del hueco), así como para el tratamiento de flocs y lodo descartado del sistema debido a los procesos de dewatering.

Los productos y las propiedades recomendadas son susceptibles de cambio de acuerdo con las condiciones de operación y se sugieren teniendo en cuenta la experiencia adquirida y la información del pozo analizado con los diferentes sistemas de lodos, cementación y completamiento utilizados en el área. Los materiales para usar en las actividades de perforación se presentan en la **Tabla 2-64**.

Tabla 2-64 Materiales necesarios para la perforación de los pozos

PROCESO	DESCRIPCIÓN O ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
Lodo de Perforación	Descripción	<p>Se prepara con aditivos químicos, que le brindan las propiedades reológicas necesarias para poder cumplir las funciones en el proceso de perforación, para poder determinar la concentración de cada sustancia se debe tener en cuenta las propiedades de las formaciones que se van a atravesar.</p> <p>El sistema de lodos seleccionado para perforar la sección de superficie es un Spud Mud que contiene Bentonita (Gel Natural) como viscosificador principal y BENEX como extensor de la bentonita.</p> <p>Para las secciones intermedias y de producción se tendrá como sistema principal un lodo base aceite y o lodos Base sintética. Los lodos base aceite son fluidos de perforación formados por aceite, agua, químicos sólidos y solubles en aceite. El aceite usado puede ser: petróleo crudo, aceites refinados como el Diésel o aceites minerales. Sus propiedades están influenciadas por la relación aceite/agua, el tipo de emulsificador y concentración y el contenido de sólidos, La relación aceite/agua dependerá de la reactividad de las arcillas presentes en la formación. Constituyen una emulsión de agua en aceite en la cual el agua no se disuelve o mezcla con aceite, sino que permanece suspendida actuando cada gota como una partícula sólida, En una buena emulsión no debe haber tendencia de separación de fases y su estabilidad se logra por la adición de emulsificantes y agentes adecuados.</p> <p>Este sistema asegura menores volúmenes de agua requeridos para la preparación y mantenimiento del lodo debido a su estabilidad térmica en ambientes de altas temperaturas (menor evaporación) por su base aceitosa. Además, puede ser tratado y reusado en varias operaciones de perforación (diferentes pozos), reduciendo el uso de recursos naturales para su preparación,</p> <p>Uno de sus principales usos es eliminar el riesgo de contaminación de las zonas productoras, Los contaminantes como la sal o la anhidrita no pueden afectarlos y tiene gran aplicación en ambientes con altas temperaturas, también son especiales para las operaciones de corazonamiento. Las ventajas de uso es la de mantener la limpieza de pozo, proporcionar buena estabilidad,</p>

lubricación de pared de pozos, protección de los yacimientos geopresurizados y/o con presencia de sal y calcio, reducción de daño de formación, incremento en las tasas de penetración, estabilidad de formaciones lutíticas y elimina el efecto de hinchamiento de arcillas químicamente reactivas en formaciones con alto de contenido de éstas.

La composición geológica de la formación ha generado numerosos problemas de inestabilidad y atrapamiento de la sarta de perforación, por consiguiente, generando atrasos en el plan de perforación y sobrecostos. De esta forma, estudios de laboratorio y experiencias de la zona en proyectos similares han probado exitosamente el uso del sistema de lodos base aceite y sus ventajas ya mencionadas.

En caso de requerirse, como contingencia se dispondrá del sistema de lodo base agua para la sección de producción donde el contenido de arcilla de la formación presente una menor reactividad.

Los Lodos Base Sintética son similares a los lodos base aceite en su composición excepto que el fluido base comprende un material sintético en lugar de aceite. Los fluidos sintéticos más usados son: los esteres, éteres, oleofinas isomerizadas, alfa oleofinas, parafinas lineales y oleofinas isomerizadas. El contenido de aromáticos es bajo comparado con los lodos base Aceite y por lo tanto menos tóxicos. Estos fluidos son diseñados para lograr un desempeño similar al de los lodos base aceite, pero más ecológicos y aceptados ambientalmente. Una gran desventaja de este tipo de lodos es que no son muy aplicables por su alto costo.

Tabla 2-65 Tipos de Fluido Base (Diesel /Aceite Sintético)

BASE	PROVEEDOR
Diesel	Petromil
Diesel	Terpel
ESCAID™ 110	Brenntag
ESCAID™ 110	Exxon Movil
Fuel Oil #4 – Coesgen	Hidrocasanare
LOW TOX	VASSA
LP 90	VASSA
LVT 200	GEO Drilling Fluids
Mineral Oil	GTM – Transmerquim
Mosspar M	PetroSA
TDU	EQUION
NEOFLO™ 4633	SHELL
CARBO-TEC ^R	Baker Hughes
CARBO-FAST SM	Baker Hughes
CARBO-CORE TM	Baker Hughes
PAO,6CST	Chevron Phillips
RECYCLED OBM	EQUION

Fuente: PAREX, 2023.

En el uso de los lodos Base Aceite y lodos de Base Sintética para la perforación del pozo, en términos generales de acuerdo con los fluidos a utilizar, se deberá tener en cuenta las siguientes medidas de manejo:

		<p>Tabla 2-66 Lineamientos generales para el manejo de los fluidos de los lodos Base Aceite y o de Base Sintética</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>MANEJO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diesel / Aceite Sintético</td> <td>Líquido combustible Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área aislada y aprobada en recipientes cerrados y herméticos,</td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos y sus derivados</td> <td>Polvos y líquidos/vapores combustibles Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,</td> </tr> <tr> <td>Material Orgánico (no hidrocarburos)</td> <td>No hay riesgo específico de fuego o explosión Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,</td> </tr> <tr> <td>Materiales Inertes</td> <td>Productos no inflamables Recuperar materiales con herramientas adecuadas en caso de derrame Puede ser higroscópico, almacenar en área fresca, seca y bien ventilada,</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"><i>Fuente: PAREX, 2023.</i></p> <p>Agua</p> <p>El agua fresca servirá como elemento indispensable para la preparación del lodo base agua, para enfriamiento, limpieza y mantenimiento de los equipos del taladro y para el campamento de la localización. En el Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales se presenta la descripción detallada de la cantidad de agua requerida para uso doméstico e industrial en la perforación de pozos.</p>	CATEGORÍA	MANEJO	Diesel / Aceite Sintético	Líquido combustible Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área aislada y aprobada en recipientes cerrados y herméticos,	Hidrocarburos y sus derivados	Polvos y líquidos/vapores combustibles Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,	Material Orgánico (no hidrocarburos)	No hay riesgo específico de fuego o explosión Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,	Materiales Inertes	Productos no inflamables Recuperar materiales con herramientas adecuadas en caso de derrame Puede ser higroscópico, almacenar en área fresca, seca y bien ventilada,				
CATEGORÍA	MANEJO															
Diesel / Aceite Sintético	Líquido combustible Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área aislada y aprobada en recipientes cerrados y herméticos,															
Hidrocarburos y sus derivados	Polvos y líquidos/vapores combustibles Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,															
Material Orgánico (no hidrocarburos)	No hay riesgo específico de fuego o explosión Evitar el derrame y escorrentía del material y el contacto con suelo y con cuerpos de agua Almacenar en un área seca, fresca y bien ventilada, alejado de materiales no compatibles,															
Materiales Inertes	Productos no inflamables Recuperar materiales con herramientas adecuadas en caso de derrame Puede ser higroscópico, almacenar en área fresca, seca y bien ventilada,															
	Aditivos	<p>Tabla 2-67 Composición típica de los lodos de perforación</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LADOS BASE AGUA</th> </tr> <tr> <th>Producto</th> <th>Función</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bentonita</td> <td>Viscosificante</td> </tr> <tr> <td>Barita, Hematita, Atapulgita</td> <td>Densificante</td> </tr> <tr> <td>Lignosulfonato de Cromo Lignito</td> <td>Dispersante y controlador de filtrado</td> </tr> <tr> <td>Nitrato de Potasio</td> <td>Inhibidor químico de arcillas</td> </tr> <tr> <td>Goma Xántica</td> <td>Agente viscosificante</td> </tr> </tbody> </table>	LADOS BASE AGUA		Producto	Función	Bentonita	Viscosificante	Barita, Hematita, Atapulgita	Densificante	Lignosulfonato de Cromo Lignito	Dispersante y controlador de filtrado	Nitrato de Potasio	Inhibidor químico de arcillas	Goma Xántica	Agente viscosificante
LADOS BASE AGUA																
Producto	Función															
Bentonita	Viscosificante															
Barita, Hematita, Atapulgita	Densificante															
Lignosulfonato de Cromo Lignito	Dispersante y controlador de filtrado															
Nitrato de Potasio	Inhibidor químico de arcillas															
Goma Xántica	Agente viscosificante															

Resina	Estabilizador de lutitas y arcillas
PHPA	Poliacrilamida como inhibidor y encapsulante
Mejoradores de ROP	Detergente, reductor de fricción y lubricante
Celulosa polianiónica (PAC)	Controlador de filtrado
Fibras	Material de pérdida de circulación
Complejo de Aluminio	Estabilizador de lutitas
Lubricantes	Disminuir fricción y lubricar ensamblaje
Carbonato de Calcio	Sellante, densificante
Amina	Inhibidor químico de arcilla
Hidróxido de Sodio	Estabilizador de pH
Bicarbonato de Sodio	Controlador de contaminación
Cascarilla de arroz	Sellante (Eliminar pérdidas de circulación)
Cascarilla de nuez	Sellante (Eliminar pérdidas de circulación)
Bactericidas	Mantenimiento del fluido, control bacteriano
Tensoactivos	Minimizar embotamiento
Asfaltos	Estabilizador mecánico de lutitas
Antiespumante	Reductores de espuma
Ácidos grasos	Liberadores de sarta
Poliacrilato	Control de filtrado
LODOS BASE ACEITE Y/O LODOS BASE SINTÉTICA	
Producto	Función
Diesel / Aceite sintético	Fluido base, prevenir hidratación
Asfalto sulfonatado	Estabilizador de lutita, mejorador de filtrado
Resina pulverizada de hidrocarburo	Gilsonita, Mejorador de filtrado
Hidróxido de calcio	Cal, Control de alcalinidad
Surfactante	Agente Humectante, Reducir tensión superficial líquidos
Ácidos grasos + destilados livianos	Emulsificante Primario, Estabilidad de emulsión
Ácidos grasos + destilados livianos	Emulsificante Secundario, Estabilidad de emulsión, agente humectante
Arcilla modificada	Arcilla Organofílica, Reología para OBM
H ₂ O	Fase dispersa, solubilizar
CaCl ₂	Sal (CaCl ₂), Salmuera, Reducir agua libre, iones
Sulfato de bario	Barita, Agente densificante
Carbonato de calcio – varios tamaños	CaCO ₃ M200, Agente densificante, puenteo
Carbonato de calcio – varios tamaños	CaCO ₃ M325, Agente densificante, puenteo
Polímero orgánico – no hidrocarburo	Aditivo para el revoque

Fuente: PAREX, 2023.

	<p>Tratamiento Sistema Dewatering</p>	<p>Realiza la deshidratación necesaria del fluido de perforación una vez sale del hueco, con el propósito de mantener sus propiedades en óptimas condiciones. Se utilizan aditivos tales como coagulantes, floculantes y polímeros (Sulfato de aluminio, ácidos),</p> <p>Sulfato de aluminio: Sustancia coagulante de partículas y clarificador de agua residual industrial o doméstica.</p> <p>Polímeros: Floculante de sólidos suspendidos Soda cáustica, Ácido acético, Cal: Ayudan a ajustar el pH, y eliminar los Polímeros base del sistema que se encuentran asociados al agua residual industrial.</p>
<p>Manejo, Tratamiento y disposición de lodos y cortes</p>	<p>Los lodos y cortes de perforación son el mayor volumen de residuos sólidos que se producen durante la perforación de un pozo, constituidos por la secuencia geológica perforada, lodo de perforación y agua mezclada. Se asegurará que el equipo de circulación del taladro cuenta con las condiciones y características para el manejo y recuperación de los fluidos y cortes base agua y aceite manteniendo siempre un sistema cerrado.</p> <p>En el manejo de cortes y lodos de perforación se hace necesario identificar las oportunidades para minimizar la generación de estos y facilitar su tratamiento. Para ello es importante maximizar la eficiencia del sistema de control de sólidos, optimizar la separación de lodos y cortes antes del tratamiento o disposición final de cada corriente y optimizar el sistema de dewatering de tal forma que se disminuya la capacidad de la piscina y se logre una mejor calidad del efluente acorde con los parámetros exigidos.</p> <p>Una vez los lodos base agua y los cortes salgan del pozo, se tratarán por medios mecánicos (zarandas) y químico-mecánicos (unidad de deshidratación "dewatering"), para posteriormente dirigir la fracción sólida al tanque o área de tratamiento de cortes localizada en el área de la locación de cada pozo y/o dispuesta con terceros.</p> <p>Para el tratamiento de cortes del lodo base agua resultantes del proceso de perforación, se plantea la utilización de dos alternativas de manejo, correspondientes a la construcción de piscinas con geomembrana de alta resistencia o al manejo del volumen en tanques de almacenamiento temporal (Catch Tank); en estos los cortes de perforación serán deshidratados y mezclados con cal y tierra común, antes de su disposición final, sin requerirse tratamiento previo; una vez solidificados y estabilizados, pueden ser mezclados con materiales de excavación para luego ser usados como relleno de las piscinas de cortes de las plataformas de perforación durante la fase de desmantelamiento, en los ZODME de cada de cada locación y/o facilidades centrales de producción. La utilización de alguna de las alternativas de manejo será definida en el diseño definitivo de la perforación y dependerá del tipo de equipo y de los volúmenes que deberán manejarse durante la misma. En el Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Capítulo</p>	

4,8 Residuos Sólidos Y En El **Capítulo 7 - Plan de Manejo Ambiental** se relaciona el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos de perforación asociados al uso de los lodos (cortes de perforación).

De igual forma, como parte de las políticas implementadas por la empresa se propone enmarcar el ciclo de los cortes de perforación dentro de una economía circular, la cual permita el tratamiento in situ y la reutilización de los residuos (cortes de perforación) generando un valor agregado a la compañía en términos económicos y de sostenibilidad, para ello se propone realizar dos opciones de tratamiento las cuales se describen a continuación:

*Tratamiento In Situ - Uso de Kodiak (DAK-1)*¹: Consiste en el encapsulamiento del agua en polímero y evaporación del agua con exposición al ambiente, de acuerdo a "los datos reportados por el laboratorio por medio del método de extracción TCLP, por sus siglas en inglés "Toxicity Characteristic Leaching Procedure" (Prueba de Lixiviación para Característica de Toxicidad), es posible afirmar que la totalidad de los resultados de metales (Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plata, Plomo y Selenio) se reportan los respectivos límites de cuantificación de los métodos analíticos.

Tratamiento In Situ – Uso de KUBOX: Tratamiento físico, mecánico y químico que actúa en la solubilidad de los compuestos iónicos de alta peligrosidad y los reintegra a la matriz mineral del suelo (**Inertización**), para eliminar problemas asociados a la lixiviación.

Los cortes tratados a partir de estos métodos pueden ser reutilizados dentro del proyecto como material de construcción, prefabricados, recuperación morfológica de terrenos y acondicionador o mejorador de los suelos. En el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Capítulo 4,8 Residuos Sólidos** se amplía la información en relación con el uso de polímeros absorbentes sintéticos para la estabilización de cortes de perforación base agua por medio de tratamiento in situ.

Cuando se utilicen lodos base aceite y/o lodos de base sintética, los cortes tratados en el sistema de control de sólidos y serán almacenados temporalmente en catch tanks, con la posibilidad de tener un equipo o tecnología de secado de cortes para reducir su volumen y posteriormente ser manejados a través de empresas ambientalmente autorizadas para el transporte, tratamiento y/o disposición final de este tipo de residuos. Estos no se almacenarán en piscinas para evitar contaminación del suelo. En el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Capítulo 4,8 Residuos Sólidos**, se presenta la relación de algunas empresas autorizadas para realizar la disposición de

¹ Absorbe aprox. 10 veces su peso en agua - concentración DAK-1: 1-1.5 %/bbl cortes. (2-3 bbl DAK-1 para tratar 200 bbl cortes)

		<p>residuos sólidos y líquidos, para que sean verificados previamente a la construcción y operación del proyecto. En el Anexo 2. Oficios autoridades se presentan las respectivas licencias ambientales. Cabe destacar, que en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, se presentará por cada tercero autorizado los respectivos soportes del cumplimiento de los requerimientos ambientales establecidos por la normatividad vigente,</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Los residuos sólidos que se entreguen a terceros autorizados por la autoridad ambiental y que previamente hayan presentado sus permisos, deberán encontrarse registrados en un acta firmada por la empresa de recibo, el encargado en campo y HSE. ✓ La locación deberá contar con un sitio adecuado, para el almacenamiento temporal de residuos sólidos. ✓ Se llevará un control y análisis de los insumos utilizados para la disposición final de los cortes de perforación. ✓ En el momento que ya no se requiera su uso del lodo Base Aceite y/o lodo de Base Sintética, se realizará la separación de las fases, la fase líquida se podrá entregar al proveedor, con copia de las actas de entrega de los residuos donde se indique la cantidad a ser tratada y se remitirá copia de la licencia ambiental de la empresa contratada a la autoridad ambiental. ✓ El transporte de los lodos base aceite y/o lodos de base sintética se deberá realizar en camiones de vacío que cumplan con las características para el transporte seguro de estos residuos. ✓ El gestor externo que reciba los cortes base aceite y/o de base sintética debe contar con licencia ambiental concedida por la autoridad ambiental competente y cumpla con todas las obligaciones derivadas del Decreto 4741 de 2005 y el Decreto 1609 de 2002. ✓ Una vez centrifugados los cortes base aceite en su fase sólida y lodos desplazados (aquellos que han perdido sus propiedades reológicas) serán entregados al gestor externo autorizado que deberá transportarlos en volquetas herméticas hasta sus instalaciones de tratamiento. 	
Cementación	Descripción	<p>Los objetivos de este trabajo de cementación son proteger las aguas freáticas de todo riesgo durante la perforación o la producción futura del pozo, garantizar un zapato competente y aislar todas las zonas permeables en hueco abierto. Para la cementación, se utilizarán productos químicos para la floculación, coagulación y ajuste de pH, como son: Sulfato de Aluminio, Polímeros Catiónicos y Aniónicos, Ácido Acético, Soda Cáustica y Cal Hidratada.</p>	
	Aditivo	<p>CaCl₂, NaCl, KCl, Yeso, Alcoholes Lignosulfonato de Calcio Gluconato de Sodio Polímeros Silicato de Sodio Clorhidrato de Aluminio Barita, Hematita y Arena</p>	<p>Aceleradores Retardadores (inorgánico y sintético) Aditivos pérdida de filtrado Extendedores Aditivos de control Densificantes Estabilizador de espuma</p>

		Surfactante Nitrógeno Cemento Silica	Gas inerte, minimizar contaminación del cemento Aditivos alivianadores Controladores de filtrado Aditivos controladores de migración de gas
Sarta de Perforación	Ensamblaje de fondo compuesto principalmente por: Broca (Ticónica o PDC) para los diferentes tamaños de hueco (de dientes fresados o insertos), motor de fondo (de velocidad media o baja) o sistema rotario, herramienta de medición de survey, herramienta de evaluación de formación (LWD), collares de perforación en espiral, x/o subs, estabilizadores, collares de perforación, x/o subs, collares de perforación, martillo, collares de perforación, x/o sub, HWDP y tubería de perforación hasta superficie. Posiblemente se consideren otras herramientas de fondo en función del requerimiento técnico del pozo.		

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Combustible requerido para la generación de energía en la perforación de los pozos**

La energía requerida para la perforación será suministrada por motores diésel (Aprox. 5 motores) con consumos promedio de 25 - 30 bls/día por motor. Este combustible es transportado en carrotanques, y almacenado en tanques debidamente señalizados y con diques de contención para prevenir derrames o mediante la utilización de tanques de combustible con su propio tanque de autocontenido de derrames con capacidad del 110% del volumen total de combustible almacenado; se ubicarán en la zona aledaña a la plataforma de perforación.

➤ **Manejo, tratamiento, y disposición final de residuos sólidos**

Se dispondrá dentro de la locación de una caseta para el almacenamiento temporal de residuos sólidos domésticos e industriales que se generen durante la etapa de perforación, la cual se construirá sobre un área impermeabilizada con placa de concreto, provista de techo (con teja o zinc) y cerramiento para evitar el ingreso de animales, contará además con cárcamo y cajilla para recolección de posibles lixiviados y con compartimientos individuales que permitan la clasificación acorde con el código de colores adoptado por la operadora.

Los residuos sólidos industriales, peligrosos, tóxicos y especiales tales como bolsas papel y/o pastico, empaques de productos químicos, canecas, trapos impregnados de hidrocarburos, insumos químicos o ácidos, etc.; serán manejados, clasificados y almacenados en el respectivo compartimiento de la caseta o en sitios especiales designados para el almacenamiento temporal acuerdo su peligrosidad y en cumplimiento a las medidas de seguridad de almacenamiento temporal. A continuación, en la **Tabla 2-68** se presenta el código de colores establecido por la operadora para la clasificación de los residuos sólidos y en la **Tabla 2-69**, se relaciona en general las alternativas de tratamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos en la etapa de perforación y demás etapas de los proyectos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

Tabla 2-68 Código de colores para la clasificación de residuos sólidos

BLANCO		Verde	Rojo	Negro
Vidrio, plástico y recipientes metálicos	Papel y cartón	Residuos orgánicos aprovechables	Residuos peligrosos	Residuos Ordinarios y/o no aprovechables,

Fuente: PAREX, 2023.

Durante la ejecución del proyecto este código de colores podrá ser objeto de modificación, siempre y cuando se mantengan las categorías de segregación en la fuente,

Tabla 2-69 Manejo de Residuos sólidos domésticos e industriales

TIPO DE RESIDUO	RECOLECCIÓN	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL
Residuos Sólidos domésticos		
Residuos orgánicos Recipiente VERDE	Restos de alimentos como cascara de vegetales y frutas, incluyendo las sobras de comida generadas en las cocinas y comedores de los casinos en cada uno de los campamentos,	Serán entregados a una empresa de servicios, para ser finalmente dispuestos en relleno sanitario que cuente con licencia ambiental.
Residuos Ordinarios y/o no aprovechables, Recipiente NEGRO	Tales como papeles y cartón no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera, entre otros, Papel Carbón, bolsas de plásticos, servilletas, papel y/o elementos de servicios sanitarios, Papel Aluminio, Cajas de empaacar comidas, textiles, limpiones, traperos, toallas absorbentes, entre otros ordinarios e inertes.	Serán entregados a una empresa de servicios, para ser finalmente dispuestos en un relleno sanitario que cuente con licencia ambiental.
Reciclables Recipiente BLANCO	Corresponden a papel, cartón, aluminio, vidrio en todas sus presentaciones, metales ferrosos, madera, envases de plástico, bolsas, PVC, PET (gaseosas litro), etc, También los aislantes térmicos (poliestireno) como recipientes de bebidas, etc.	Los residuos sólidos reciclables se clasificarán en la fuente y se almacenarán en un lugar adecuado, para ser entregados a cooperativas recicladoras de los municipios cercanos. Se seleccionarán empresas de reciclaje debidamente constituidas.
Peligrosos Recipiente ROJO	En este recipiente se deberán recolectar los residuos hospitalarios, gasas, jeringas, medicamentos vencidos (si llegasen a existir). También son residuos como guantes, estopas, trapos y todo lo que vaya contaminado con hidrocarburos y requiera incineración	En caso de generarse este tipo de residuos, serán almacenados en bolsas rojas señalizadas y en un área impermeabilizada y cubierta, para posteriormente ser entregados a empresas que cuenten con los respectivos permisos ambientales para su operación.
Residuos sólidos Industriales		
TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL	
Residuos Ordinarios y/o no aprovechables,	Se almacenarán los residuos de chatarra menor, tales como repuestos, partes de equipos, trozos de lámina, envases, etc.	

Recipiente NEGRO	Además, se almacenarán en este recipiente los residuos de madera menores y material eléctrico, Estos residuos finalmente se comercializarán como residuos reciclables con cooperativas o empresas debidamente constituidas, o se entregarán a una empresa autorizada por las autoridades ambientales.
Residuos contaminados Recipiente ROJO	Corresponden a filtros y textiles contaminados con hidrocarburos, estopas, etc.; éstos serán entregados a una empresa especializada que cuente con los respectivos permisos ambientales para su tratamiento y/o disposición final.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.3.4 Personal necesario

Durante las actividades de perforación, el jefe del pozo, también llamado "Company Man", es la persona quien tomará las decisiones tanto técnicas como administrativas, él cuenta con el apoyo del jefe de equipo, o Tool Pusher y la cuadrilla de perforación. En promedio para la etapa de perforación se requerirá un total de 82 personas, quienes laborarán de manera continua (Turnos de 12hr). En la **Tabla 2-70**, se realizará una descripción detallada de la organización y el personal requerido (Calificado y no calificado).

Tabla 2-70 Personal estimado requerido para la etapa de perforación

	PERSONAL	CANTIDAD
Calificado	Jefe de Pozo (Company Man)	2
	Asistente de Company Man	1
	Geólogo (Well site)	1
	Jefe de equipo (ToolPusher)	1
	Supervisor de equipo	2
	Perforador	2
	Encuelladores	2
	Cuñeros	6
	Electricista – mecánico	2
	Médico o Enfermero	1
	Supervisor HSE	1
	Operador equipo pesado	2
	Técnicos tratamiento de Aguas	1
	Soldadores	2
	Bodeguero	1
	Administrador	1
	Personal servicio de Catering	5
	Ingeniero de lodos	2
	Personal de fluidos (Tratamiento de cortes y líquidos)	3
	Personal de MudLogging	4
	Ingeniero brocas	1
	Ingeniero direccional	4
	Personal de cementación	6
	Personal registros eléctricos	3
	Personal corrido de Casing	6
	Seguridad física	1
	Interventor Ambiental	1
Conductores	5	

PERSONAL		CANTIDAD
No calificado	Cuadrillas de patio	5
	Toma muestras	2
	Control de ingreso	2
	Camareras	2
	Personal obrero tratamiento de cortes	2
TOTAL		82

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.3.5 Completamiento y pruebas cortas de producción

2.2.3.3.5.1 Completamiento de pozos ²

Es la configuración de equipos en subsuelo (tubería de producción o sarta de producción, empaques y demás herramientas u equipos dentro del pozo) y superficie (Árbol de navidad y/o sistemas de levantamiento artificial) necesaria para conducir los fluidos del yacimiento a superficie de forma controlada y segura y/o inyectar agua o gas de superficie hasta el yacimiento. Los trabajos pueden incluir el revestimiento del intervalo productor con tubería lisa o ranurada, la realización de empaques con grava o el cañoneo del revestimiento, completamiento a hueco abierto sin revestimiento, completamiento con empaques hinchables y finalmente la instalación de la tubería de producción.

La selección del completamiento tiene como objetivo principal obtener la máxima producción de la manera más eficiente y por lo tanto para el diseño adecuado del completamiento se debe tener en cuenta entre otros los siguientes factores:

- ✓ Las tasas de producción
- ✓ Las condiciones mecánicas y de yacimiento del pozo (características de la roca, anticipar condiciones de operación como presiones y temperaturas, entre otras),
- ✓ Reservas de zonas a completar
- ✓ Necesidades futuras de estimulación (sean orgánicas, acidas, orgánico-acidas, hidráulicas, aromáticas y nuevas tecnologías de estimulación que salgan en el desarrollo tecnológico de la industria)
- ✓ Mecanismo de producción en las zonas a completar
- ✓ Requerimientos para el control de arena
- ✓ Futuras reparaciones
- ✓ Posibilidades de futuros proyectos de recuperación adicional de hidrocarburos,
- ✓ Consideraciones para la elección de sistema de levantamiento artificial (SLA)
- ✓ Inversiones requeridas

El arreglo de tuberías en un pozo varía considerablemente del tipo del fluido, el número de las zonas productoras, el potencial de producción, condiciones mecánicas y geológicas, etc. De acuerdo con las características del pozo, básicamente existen dos clasificaciones principales para el completamiento de pozos: hueco abierto y hueco entubado o revestido.

² <https://es.slideshare.net/gabosocorro/produccion-1-completamiento-clase-2>

➤ **Completamiento en Hueco Abierto**

✓ Hueco Abierto

Este tipo de completamiento se realiza en zonas donde la formación está altamente compactada, siendo el intervalo para completar o producir normalmente grande (de 100 pies a 400 pies) y homogéneo en toda su longitud. Consiste en correr y cementar el revestimiento de producción hasta el tope de la zona interés, llevara la perforación hasta la base de esta zona y dejarla sin revestimiento. Este tipo de completamiento se realiza en yacimientos de arenas consolidadas, donde no se espera producción de agua/gas ni producción de arena o derrumbes de la formación.

Para este tipo de completamiento se realiza una medición de las propiedades del cemento como la integridad y adherencia a la pared del hueco y revestimiento, además de una correlación entre el registro hueco abierto tomado en la perforación del pozo y el registro en hueco revestido para identificar y asegurar las arenas objetivo. En la **Figura 2-77**, se presenta el esquema tipo para el completamiento en hueco abierto



Figura 2-77 Esquema tipo de completamiento en hueco desnudo

Fuente: Fundación Universidad de América, 2000.

✓ Tubería ranurada

Se utiliza mucho en formaciones no compactadas debido a problemas de producción de fragmento de rocas y de la formación, donde se produce generalmente petróleos pesados. El revestimiento o casing se asienta en el tope de la formación productora y se coloca un forro en el intervalo correspondiente de la formación productora. En la **Figura 2-78**, se presenta el esquema tipo para el completamiento con revestimiento o tubería ranurada. Dentro de este tipo de completamiento se encuentra la siguiente clasificación:

- **Completamiento de hueco abierto, con revestimiento no cementado:** En este un revestimiento con o sin malla se coloca a lo largo de la sección o intervalo de interés. El revestimiento puede ser empacado con grava para

impedir el arrastre de arena de la formación. Adicional se pueden aislar zonas con empaques hinchables.

- o **Completamiento a hueco abierto, con revestimiento liso o camisa perforada:** Se instala un revestimiento a lo largo de la sección o intervalo productor. El revestimiento se cementa y se cañonea selectivamente la zona de interés.

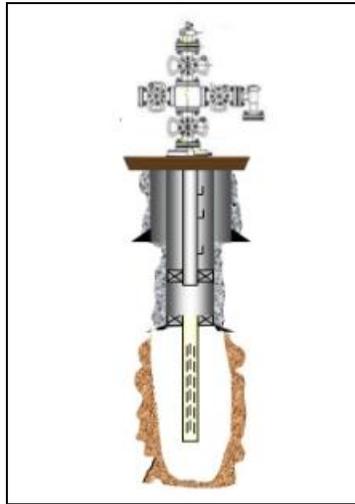


Figura 2-78 Esquema tipo de completamiento con revestimiento o tubería ranurada

Fuente: Fundación Universidad de América, 2000.

- ✓ Hueco abierto empacado con grava

Este tipo de completamiento permite evitar todas las dificultades y preocupaciones asociadas con el empaque de las perforaciones de hueco revestido y reducen las operaciones de colocación de grava a una tarea relativamente simple, de empaquetar el espacio anular entre el Liner y el hueco ampliado. Debido a que estos empaques no tienen túneles de perforación, los fluidos de perforación pueden converger hacia y a través del empaque con grava radialmente (360°), eliminando la fuerte caída de presión relacionada con el flujo lineal a través de los túneles de perforación. La menor caída de presión que ocurre a través del empaque del hueco abierto garantiza prácticamente una mayor productividad, en comparación con el empaque en hueco revestido para la misma formación y/o condiciones. En la **Figura 2-79** se presenta el esquema tipo de completamiento hueco abierto empaclado con grava.

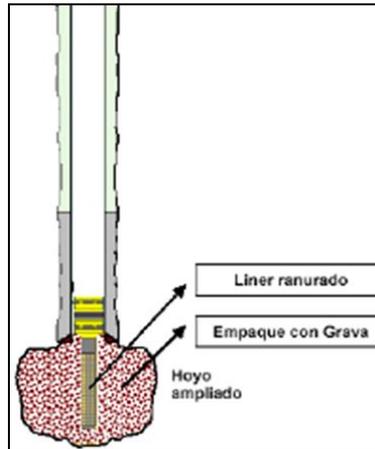


Figura 2-79 Esquema tipo de completamiento hueco abierto empacado con grava

Fuente: Fundación Universidad de América, 2000.

➤ **Completamiento en Hueco Revestido**

- ✓ Hueco revestido y cañoneado

Es el tipo de revestimiento más usado en la actualidad, ya sea en pozos poco profundos (4000 a 8000 ft), como pozos profundos (10000 ft o más). Consiste en correr o cementar el revestimiento hasta la base de la zona objetivo, la tubería de revestimiento se cementa a lo largo de todo el intervalo o zonas a completar, cañoneando selectivamente frente a las zonas de interés para establecer comunicación entre la formación y el pozo. Esta operación se puede hacer con tubería (TCP) o con cable conductor (wireline) y en algunos casos con la técnica de sand jetting. La intervención de cañoneo con tubería consta de una sarta la cual se compone de herramientas como son: Cañones, cabeza de disparo, empaque, marcador radioactivo y tubería. En la **Figura 2-80**, se presenta el esquema tipo para el completamiento de hueco revestido y cañoneado.

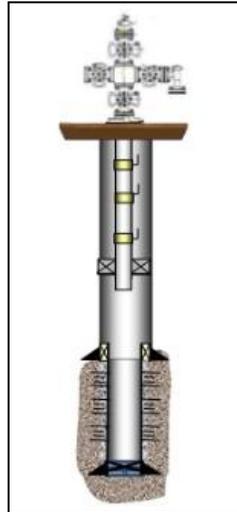


Figura 2-80 Esquema tipo de completamiento hueco revestido y cañoneado

Fuente: Fundación Universidad de América, 2000.

✓ Hueco revestido con empaque de grava

Método por el cual se coloca grava en la zona productora para retener la producción de arena de la formación y aumentar la permeabilidad relativa de la misma. En este tipo de completamiento se coloca tubería ranurada en la zona productora. Este tipo de completamiento tiene como objetivo ubicar grava compacta en el espacio anular entre el forro y el revestimiento de producción. En la **Figura 2-81**, se presenta el esquema tipo de completamiento de hueco revestido con empaque de grava.

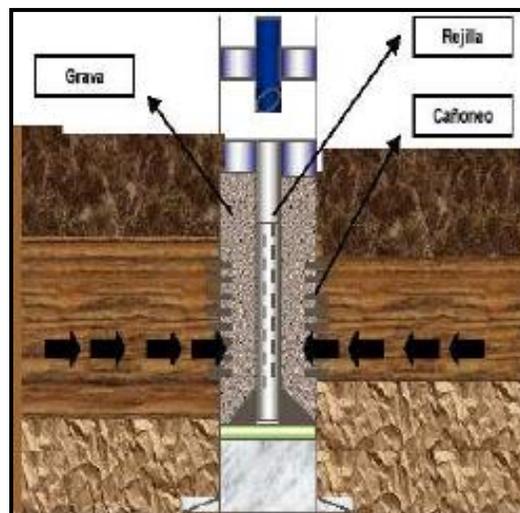


Figura 2-81 Esquema tipo de completamiento de hueco revestido con empaque de grava

Fuente: Fundación Universidad de América, 2000.

2.2.3.3.5.2 Pruebas cortas de producción

Se deberán realizar pruebas cortas y extensas de producción. De acuerdo con lo establecido en la **Resolución 181495 del 2 de septiembre de 2009 del Ministerio de Minas y Energía**, una vez concluida la perforación y completado el pozo, se realizará una prueba inicial de producción o well testing para cuyos efectos, previamente, deberá enviarse un programa al Ministerio de Minas y Energía. 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,

En los pozos de desarrollo se deben practicar pruebas de presión y adicionalmente se deben realizar pruebas selectivas por cada intervalo cañoneado y tomar muestras para la caracterización de fluidos. Las pruebas de presión, al igual que otras pruebas de pozos, son utilizadas para proveer la información de las características del reservorio, prediciendo el comportamiento de este y diagnosticando el daño de formación. El análisis de pruebas de pozo es uno de los métodos más importantes disponibles para los ingenieros de yacimientos para establecer características de yacimiento, tales como permeabilidad y compresibilidad, delimitación del yacimiento y fallas.

Durante la toma del registro de presión se somete el pozo a un impulso el cual produce un cambio en la tasa de flujo y se mide su respuesta, es decir un cambio de presión, La respuesta del yacimiento está determinada por parámetros como la permeabilidad, factor de daño, coeficiente de acumulación en el pozo, distancia a los bordes, entre otros, Basados en el entendimiento de la física de yacimientos, se desarrolla un modelo matemático que relaciona los parámetros de yacimiento con la respuesta del pozo. En consecuencia, cuando se coteja la respuesta del modelo a la respuesta medida del yacimiento, se puede inferir que los parámetros del modelo son iguales a los parámetros del yacimiento. Una prueba de presión es la única manera de obtener información sobre el comportamiento dinámico del yacimiento.

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. Cada muestra de petróleo, agua o gas obtenida de un pozo será analizada para determinar sus propiedades fisicoquímicas y los datos obtenidos se incluirán en el informe de terminación oficial del pozo.

El proceso inicia llenando y haciendo circular dentro del pozo un fluido de menor densidad como la salmuera, para que la presión hidrostática sea menor que la presión del yacimiento y facilitar el ingreso de los fluidos desde la formación. Si la formación de interés no está revestida con tubería, es decir está en hueco abierto, el pozo puede ser probado sin cañonear la formación. En caso de tener revestimiento, se baja la sarta de tubería con cañones en la punta que al detonar perforaran el revestimiento y cemento para poder establecer comunicación entre la formación de interés y el pozo.

Posteriormente se evalúan los daños generados en la formación, durante los procesos de perforación y completamiento, y se realizan los trabajos de estimulación para mejorar la productividad del pozo. Estos trabajos comprenden fracturamientos de la formación, inyección de ácidos orgánicos e inorgánicos para limpiar la cara de la formación, perforaciones radiales, entre otros. Una vez se ha sondeado y estimulado la formación se

procede a bajar al pozo la sarta de producción, para facilitar el ascenso de los fluidos desde la formación a superficie. Cuando el yacimiento por sí mismo no tiene la fuerza natural de empuje de los fluidos a superficie, se requiere estimular el pozo para reducir la presión de fondo, mediante el Swabeo, cuyo principio de embolo o técnica de pistón es levantar la columna de los fluidos a superficie realizando varias corridas para extraer el fluido y estimular el flujo a través del achicamiento del pozo; adicional a la prueba por swabeo en ocasiones también se puede estimular el pozo a flujo bombeando Nitrógeno con Coiled Tubing,

Las pruebas cortas de producción tienen como objeto analizar los fluidos presentes en la formación de interés y según los resultados de las pruebas cortas de producción, se establece la realización de pruebas extensas de producción; las cuales tienen como objetivo la estabilización de la rata de producción del pozo y el establecimiento de la viabilidad de producción para declarar la comercialidad del pozo, Las pruebas extensas de producción tendrán una duración de 5 meses prorrogables a un (1) año.

Las pruebas de producción (cortas y extensas) son de tipo DST (Drill Steam Testing), utiliza sarta de perforación aun dentro del pozo) y establecen en general el siguiente procedimiento:

- ✓ Se seleccionan los intervalos prospecto
- ✓ Se sienta la tubería de producción o prueba (tubing) con un empaque, unos +-500 pies encima del intervalo a probar y se llena con el fluido de completamiento (una columna de +/- 900 pies) dependiendo de con cuanto balance o desbalance se desea realizar el cañoneo,
- ✓ Se abren perforaciones con cañón en el intervalo seleccionado.
- ✓ Se deja fluir el pozo y se evalúa la respuesta del yacimiento y se determinan los fluidos producidos (tipo y cantidad).

Las pruebas (cortas y extensas) para los pozos en el Área de Desarrollo VSM-37 se podrán realizar como prueba *in situ*, mediante la instalación de zonas de well Testing y/o facilidades tempranas de producción dentro de las plataformas multipozo, y/o en su efecto dependiendo de la cercanía de los pozos con facilidades centrales de producción a construir (ampliación de plataformas multipozo y/o área nueva); esta se podrá integrar a los sistemas o procesos de esta. En caso de realización *in situ*, se deben instalar como mínimo las facilidades dentro de la localización del pozo, para el manejo de los fluidos, condensados y la quema de gas durante las pruebas de producción.

2.2.3.3.5.3 Equipos, y materiales requeridos en las actividades de completamiento y pruebas cortas producción

➤ Equipos y materiales requeridos para el completamiento de los pozos

Los equipos requeridos para el completamiento de los pozos varían dependiendo del tipo de completamiento seleccionado en la terminación del pozo. En la **Tabla 2-71** se relacionan los equipos y materiales principales en el completamiento de pozos.

Tabla 2-71 Equipos y materiales de completamiento de los pozos

COMPONENTES	EQUIPOS
Primarios	Cabezal Árbol de Navidad Tubería Empaquetamiento
Auxiliares	Accesorios de circulación Niples, niples de flujo Ensamblajes de sello Accesorios de expansión Herramientas de limpieza Sartas de Inyectividad Bombas
Fluidos	Salmuera Fluidos de estimulación (ácidos, orgánicas, aromáticos) Fluidos especiales de cañoneo, empaquetamiento, etc,
PRODUCTO	FUNCIÓN
Cemento Clase G	Pegar el casing a las paredes del pozo,
R 1	Retardador de fraguado,
Bentonita	Extender y mejorar el volumen de la lechada
FPGL	Agente antiespumante (rompedor de espuma)
FL 52	Controlador de filtrado
CD3IL	Dispersante
BA10	Controlador de gas
Sales	Reduce los daños a la formación cuando las aguas de la formación contienen altas concentraciones de iones bicarbonato y sulfato

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.3.6 Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas.

Una vez finalizadas las labores de perforación, instalado los equipos para obtener el completamiento y finalizado el alistamiento del pozo para las pruebas de producción, se inicia el desmantelamiento de equipos. Inicialmente, se retira el personal de las compañías de servicios (cementación, registros, lodos, servicios generales). Posteriormente, se desmantela la infraestructura de oficinas, torre y demás equipos de perforación y se realiza la clausura de las instalaciones sanitarias. Simultáneamente con el desmantelamiento del taladro, se procede a tratar los residuos industriales, tales como cortes de perforación y aguas residuales, la operación finaliza con la clausura de las piscinas de cortes y tratamiento de aguas. En el **Capítulo 10. Plan de abandono y restauración final**, se describen las actividades de plan de abandono y restauración final para las áreas intervenidas por la perforación, completamiento y pruebas de producción de los pozos.

2.2.3.4 Trabajos en pozo

Corresponden a todas aquellas actividades y/o acciones de intervención realizadas en los pozos, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos y del proceso de extracción de fluidos e inyección, mantener o incrementar los niveles de producción, mejorar el conocimiento de las formaciones del área, recuperar hidrocarburos y cambio de horizontes de producción.

2.2.3.4.1 Pruebas de producción

2.2.3.4.2 Actividades de mantenimiento: equipos e insumos

2.2.3.4.2.1 Actividades de intervención a pozo o workover

➤ **Mantenimiento**

El mantenimiento de pozos lo componen actividades de intervención menor a pozo como son:

- ✓ Las Inspecciones de verificación del cabezal de pozo y sus accesorios como manómetros, válvulas, tuberías, bridas, etc., los cuales deben estar en condiciones óptimas, para de este modo, prevenir fugas o mal funcionamiento y en caso de ser necesario, tomar acciones correctivas.
- ✓ Estas inspecciones se extienden dependiendo del sistema de levantamiento a instalaciones en superficie como tanques, bombas, dispositivos y en general todos los equipos y partes que permiten la extracción de fluidos.
- ✓ Toma de muestras de los fluidos de producción para determinar parámetros como densidad API, porcentaje de agua y sedimentos, salinidad del agua, entre otros.
- ✓ Toma de registros de presión y temperatura.
- ✓ Well services de Bajada y sacada de varilla: Es una actividad que se realiza en los pozos que tienen sistema de levantamiento artificial que requieren varilla, y su finalidad es realizar cambio, mantenimiento o revisión de elementos como varillas y tubería de producción.
- ✓ Well Service en general: cualquier tipo de cambio de sistema de levantamiento, los cuales pueden ser, equipos ESP, PCP, ESP-PCP, Sartas de gas lift, plunger lift, etc.

➤ **Limpieza de pozos**

A medida que los fluidos se desplazan desde el yacimiento hacia el pozo, con el tiempo se van acumulando arena y sedimentos en el fondo de este; de igual modo, después de un proceso de fracturamiento parte del propano (arena) se deposita al interior del pozo. La acumulación de arena es un factor importante ya que además de disminuir el nivel de producción del pozo, a medida que se desplaza con los fluidos provoca abrasión y corrosión en las tuberías, equipos e instalaciones del pozo.

El método consiste en controlar el pozo, bajar tubería de limpieza, circular en fondo hasta obtener retornos, sacar tubería de limpieza y acondicionar el pozo de nuevo para producción, igualmente se usan métodos mecánicos con bomba desarenadora (con recamaras de limpieza o impulsando la producción de arena a superficie) y con tubería flexible con fluido nitrogenado (coiled tubing).

En pozos con alta producción de área puede generar los siguientes problemas:

- o La dificultad de operación de la bomba de subsuelo.
- o Atascamientos del extremo inferior de la tubería.
- o Disminución de la producción debido a la obstrucción de las perforaciones del revestimiento.

✓ Limpieza con taladros de rehabilitación

El procedimiento general de limpieza mediante taladros de rehabilitación consiste en:

- o Movilización del taladro
- o Matar el pozo
- o Sacar la Sarta de completamiento
- o Bajar tubería de limpieza, circulando hasta el fondo y/o bajar sarta de limpieza reciprocando
- o Circular en fondo hasta obtener retornos limpios
- o Sacar tubería de limpieza
- o Bajar sarta de completamiento
- o Movilización de equipos

✓ Limpieza con CoiledTubing

- o Movilización de unidad de coiledtubing
- o Instalación de equipos: Bombas, carrete, impide reventones, etc.
- o Instalación de tubería continua a través del educor
- o Bajar tubería, circulando hasta la profundidad programada
- o Sacar tubería continua cuando los retornos estén limpios
- o Movilizar unidad de coiled tubing

➤ **Reacondicionamiento**

Trabajos efectuados en un pozo, posteriores a su terminación, con el fin de mejorar su productividad, integridad o inyectividad en los pozos. El reacondicionamiento implica un proceso de mayores proporciones y alcances que el mantenimiento, la estimulación o limpieza corrientes; puede exigir el empleo de un equipo o taladro especial, similar al de perforación. Entre los trabajos más comunes en el reacondicionamiento de pozos son:

- o Aislamiento de estratos productores de agua y habilitación de zonas con buena saturación de hidrocarburos.
- o Cementación remedial de zonas con pérdida de integridad hidráulica.
- o Cañoneo de nuevas zonas que se encontraban inactivas con potencial de producción de hidrocarburos.
- o Instalación de choques en fondo para restringir el flujo de zonas con aporte predominante y altas saturaciones de agua que impiden el flujo de zonas de menor potencial de producción.
- o Retiro e instalación de empaques o tapones.
- o Reconversión de pozos (cambio de pozos productores a inyectores).
- o Abandono de estratos inicialmente productores y activación de nuevos estratos
- o Aislamiento del yacimiento original y utilización de su parte superior para exploración de nuevos estratos mediante perforación direccional
- o Reparación de la tubería de revestimiento y reemplazos de equipos de fondo.
- o Retiro y reinstalación de sistemas de levantamiento

- o Re-entrada de pozo (re-entry)

El reacondicionamiento de pozos en general comprende los siguientes pasos:

- o Ubicación de los equipos
- o Descarga del pozo
- o Mantenimiento o cambio del sistema de levantamiento
- o Inspección y pesca
- o Extracción de tubería
- o Sentada de tapones
- o Cambio de tubería
- o Estimulación
- o Cementaciones
- o Cañoneo
- o Nuevas perforaciones

➤ **Fracturamiento**

Consiste en inyectar a presión fluidos limpios o mezclados con material sólido como la arena, con el propósito de fracturar o abrir canales de mayor amplitud y penetración en la formación productora, para de este modo, mejorar el desplazamiento de los fluidos hacia el pozo.

En el fracturamiento, es importante tomar en cuenta parámetros como viscosidad, peso y composición del fluido, así como la presión que debe aplicarse para fracturar el estrato (Barberii, 1998). Los fluidos de fracturamiento más utilizados son: Fluido base agua, espuma y nitrogenados.

➤ **Estimulación del pozo**

Son aquellos procedimientos que facilitan o mejoran las condiciones de comunicación entre la formación y el pozo y así mejorar el desplazamiento de los fluidos hacia el pozo; ya sea porque las mismas han disminuido o se han interrumpido debido a daños u obstrucciones durante la terminación, o por la operación misma en la vida productiva del pozo.

- ✓ Estimulación con ácidos, fluidos orgánicos y aromáticos

Consiste en disolver parte del carbonato de calcio que conforma las rocas del yacimiento, así como las partículas que producen daño u obstrucción en canales de flujo mediante la inyección de soluciones ácidas, orgánicas o una mezcla de los dos productos. Algunos tratamientos de pozos pueden venir combinados con Nano Fluidos buscando atacar problemas específicos en el yacimiento como, producción de finos, cambios en humectabilidad, mojabilidad, etc. Los parámetros de trabajo (presión y caudal de bombeo) son bajos comparados con los de fracturamiento. Los ácidos más utilizados son:

- o Ácido clorhídrico (HCl): solución acuosa que se utiliza comúnmente ya que no deja residuos insolubles después de neutralizado.
- o Ácido acético y fórmico: ácidos orgánicos con baja reacción, se utiliza en pozos con alta temperatura de fondo (mayores a 250°F).

- o Ácido fluorhídrico: su uso primario es para la remoción de daño en arenas con partículas de arcillas o "arenas sucias", Se convierte en una opción cuando las arcillas no son solubles con HCl.

Debido a que los ácidos utilizados son corrosivos, se deben utilizar inhibidores que permitan disminuir el poder corrosivo en los equipos y tuberías del pozo.

✓ Succión o suabeo

Corresponde a una técnica de estimulación tipo pistón, utilizada más comúnmente en la etapa de completamiento y terminación del pozo, con el fin reducir la presión en el fondo (presión hidrostática) y así poder levantar la columna de fluidos a superficie por medio de leves movimientos.

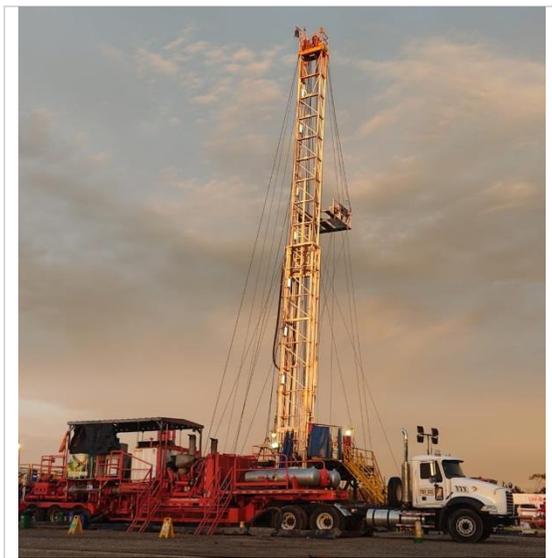
Consiste en instalar a cierta profundidad, un émbolo colgado de un cable utilizando la misma tubería de producción; al subir dicho émbolo se facilita la extracción de cierto volumen de fluido de la tubería, y simultáneamente se aplica una fuerza de succión al estrato productor, La succión tiene como objeto limpiar la periferia o zona invadida del pozo y establecer la permeabilidad e inducir el flujo utilizando la energía del yacimiento.

✓ Estimulación de pozo con Coiled Tubing y Nitrogeno

Corresponde a una técnica de estimulación, en el cual se corre por dentro de pozo una tubería flexible y se bombea Nitrógeno, buscando desplazar el fluido de pozo por este gas y alivianar la columna hidrostática para que el pozo sea capaz de producir.

2.2.3.4.2.2 Equipos e insumos para trabajos en pozos

Las labores de mantenimiento, estimulación, limpieza y reacondicionamiento de pozos serán realizadas por los contratistas, quienes deberán contar con equipos y personal especializado para los trabajos de workover. La maquinaria y equipos requeridos son similares a los utilizados en la perforación de un pozo, pero típicamente de menor potencia, capacidad y tuberías de menores diámetros, ya que en principio se trabaja en un pozo revestido; de esta manera, son menores los requerimientos de espacio, infraestructura y logística. En la **Fotografía 2-17**, se ilustra el ejemplo de uno de los equipos necesarios para las actividades de workover.



Fotografía 2-17 Equipo de workover tipo

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En cuanto a los insumos, se requerirán básicamente los mismos que se emplean para la cementación del pozo y la gestión de residuos durante la perforación y el completamiento. Asimismo, los insumos adicionales que se pueden utilizar se presentan en la **Tabla 2-72**.

Tabla 2-72 Materiales e insumos usados en los trabajos de pozo

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO PARA UTILIZAR	FUNCIÓN
Estimulación y limpieza	Petróleo, diésel, kerosene, agua, nitrógeno, nano fluidos, espumas y arena,	Bases e insumos para preparación de fluidos de fracturamiento.
	Grava, arena y salmueras,	Insumos para control de sedimentos y limpieza del pozo.
	Ácidos: Clorhídrico (HCl), acético (C ₂ H ₄ O ₂), fórmico (CH ₂ O ₂) y fluorhídrico (HF), Fluidos Orgánicos y aromaticos	Compuestos base para la preparación de las soluciones a inyectar.
	Bactericidas	Previenen y controlan perdidas de viscosidad ocasionadas por bacterias.
	Estabilizadores	Se adicionan a los fluidos de estimulación para proporcionar mayor estabilidad cuando se manejan altas temperaturas de operación.
	Surfactantes	Reducir tensiones superficiales o interfaciales para promover la limpieza y el flujo a través de los poros de la formación.
	Óxidos de hierro, bisulfato de aluminio, carbonato de zinc y cromato de zinc,	Inhibidores de corrosión.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO PARA UTILIZAR	FUNCIÓN
Todos los trabajos de pozo	Crudo, ACPM, gasolina, grasa, aceites hidráulicos y aceites lubricantes, geomembranas y arena,	Son sustancias que se utilizan para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos, motores y maquinaria en general, así como para controlar fugas o eventuales derrames.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.4.3 Automatización de pozos

El propósito de esta actividad es contar con reportes, registros, herramientas y en general información en tiempo real del estado de los pozos, para procesarlos e interpretarlos mediante sistemas inteligentes que permitan administrar, controlar, gestionar, analizar y optimizar los procesos de extracción y en general la producción de estos. El alcance de esta actividad comprende:

- ✓ Instalación y operación de equipos e instrumentos que permitan adquirir variables de fondo y superficie como presión y temperatura para ser monitoreadas, registradas, procesadas y controladas.
- ✓ Control de encendido y apagado de ciertos equipos de acuerdo con nuevas tecnologías.
- ✓ Implementación de un software para procesar y gestionar la información adquirida.
- ✓ Identificar y diagnosticar el comportamiento de los pozos para los diferentes sistemas de levantamiento.
- ✓ Suministrar información a herramientas computacionales para una mejor administración y modelamiento del yacimiento.
- ✓ Facilitar la administración y actualización de la información requerida para el control de la producción.
- ✓ Compartir en un mismo sistema muchas fuentes de información de tiempo real o histórico, para las actividades diarias; optimizar y mejorar procesos, así como generar recomendaciones.

De acuerdo con los sistemas de levantamiento existentes y los que se puedan implementar en un futuro, los equipos e instrumentos a instalar buscarán monitorear las variables que se presentan en la **Tabla 2-73**.

Tabla 2-73 Variables a monitorear en la automatización de pozos de acuerdo con el sistema de levantamiento

LUGAR	SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL		
	FLUJO NATURAL	BOMBEO MECÁNICO	BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE
Superficie	Temperatura, Presión del tubing, Presión anular, Caudal y BSW.	Temperatura, Presión del tubing, Presión anular, Caudal y BSW, Tensión de la varilla, Posición, Corriente del motor.	Temperatura, Presión del tubing, Presión anular, Caudal y BSW.
Fondo	No aplica	No aplica	Presión entrada bomba (intake), Presión descarga bomba, Temperatura de fondo, Temperatura del motor, Vibración, Amperajes del motor de fondo Voltajes

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.4.4 Instalaciones de apoyo

Las labores se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes pernocharán en sus propias viviendas; el personal técnico, el personal técnico, administrativo y flotante pernochará en los campamentos temporales a construir o adecuar y también se podrá hacer uso de la infraestructura hotelera que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

Estas labores se podrán realizar en los campamentos temporales de las plataformas multipozo (existentes y/o nuevas) y/o facilidades centrales de producción.

2.2.3.4.5 Mecanismos de producción y abandono

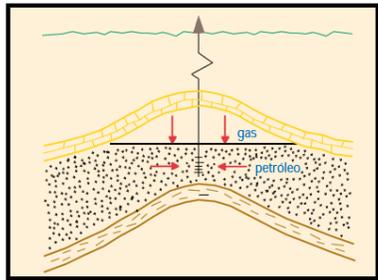
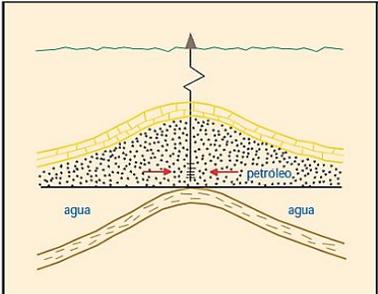
2.2.3.4.5.1 Mecanismo de producción

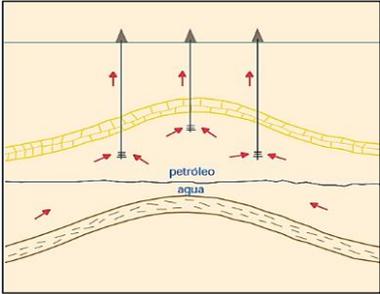
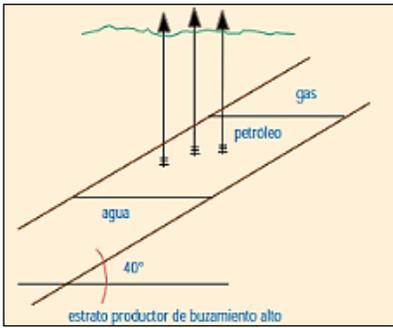
Los mecanismos de producción hacen referencia a la forma o proceso mediante el cual el petróleo es empujado a través de los poros del yacimiento y, desde este hasta los pozos productores y la superficie, De acuerdo con Arrieta (2010), "...Para que un yacimiento petrolífero produzca, debe tener suficiente energía innata capaz de expulsar los hidrocarburos desde cada punto en el yacimiento hasta el fondo de los pozos que lo penetran, y desde aquí hasta la superficie, cuando existe esta situación se dice que el pozo produce por flujo natural...". La secuencia de producción de un yacimiento en general pasa a través de tres etapas.

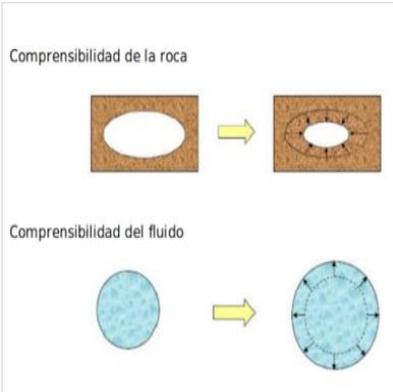
➤ **Recuperación primaria**

La recuperación primaria es aquella en la que pozo produce por la energía natural de yacimiento. Las fuentes de energía para que un yacimiento produzca por recuperación primaria están representadas principalmente por la presión a la cual se encuentran sometidos tanto las rocas como los fluidos (petróleo, gas y/o agua) del reservorio. Dicha energía y presión se genera durante los procesos de formación y acumulación de las rocas y el petróleo (Arrieta, 2010). En la **Tabla 2-74** se relacionan los mecanismos de recuperación primaria.

Tabla 2-74 Mecanismos de recuperación primaria

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Empuje por capa de gas	<p>Cuando el yacimiento tiene capa de gas muy grande al inicio de la explotación del pozo, existe una gran cantidad de gas comprimido, el cual provoca la expansión de la misma a medida que los fluidos son extraídos, por lo tanto, los fluidos se desplazan por el empuje de gas ayudado por drenaje gravitacional.</p>	 <p>Fuente: (Barberii, 1998),</p>
Liberación de gas en solución	<p>En este tipo de mecanismos no existe capa o casquete de gas. Todo el gas disuelto en el petróleo y el petróleo mismo forman una sola fase, a presión y temperatura originalmente altas en el yacimiento. Al comenzar la etapa de producción, el diferencial de presión creado hace que el gas comience a expandirse y arrastre el petróleo del yacimiento hacia los pozos durante cierta parte de la vida productiva del yacimiento. Eventualmente, a medida que se extrae petróleo, se manifiesta la presión de burbujeo en el yacimiento y comienza a desarrollarse</p>	 <p>Fuente: (Barberii, 1998),</p>

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
<p>Empuje hidráulico o por agua</p>	<p>el casquete o capa de gas en el yacimiento, inducida por la mecánica de flujo (Barberii, 1998).</p> <p>Su presencia y actuación efectiva puede lograr que se produzca hasta 60%, y quizá más del petróleo en sitio.</p> <p>El frente o contacto agua-petróleo debe mantenerse unido para que el espacio que va dejando el petróleo producido vaya siendo ocupado uniformemente por el agua. Se debe mantener la presión en el yacimiento a un cierto nivel para evitar el desprendimiento de gas e inducción de un casquete de gas (Barberii, 1998).</p>	 <p>Fuente: (Barberii, 1998),</p>
<p>Segregación gravitacional</p>	<p>Este mecanismo de empuje se produce cuando existe suficiente permeabilidad vertical para permitir que las fuerzas gravitacionales sean mayores que las fuerzas viscosas dentro del reservorio y se favorece por la presencia de estratos con buzamiento alto.</p> <p>Generalmente, no poseen capa de gas, pero la recuperación será mayor si existe alguna.</p> <p>La presión tiende a mantenerse (Arrieta, 2010).</p>	 <p>Fuente: (Barberii, 1998),</p>

TIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Compresibilidad de la roca y los fluidos	<p>Cuando disminuye la presión en el yacimiento la roca porosa donde están los fluidos puede ser modificada físicamente por medio de los esfuerzos de presión que se ejercen sobre esta, al disminuir la presión la roca va a tender a expandirse, pero, tiende a expandirse hacia donde está encuentre menos dificultad, y esto ocurre en sus poros.</p> <p>Estos poros podrían o no estar saturados de fluido, si lo están este efecto de reducción de porosidad por la compresión de la roca genera la expulsión del fluido que se encuentra en estos espacios vacíos hacia una zona donde tenga menor presión que será el pozo. De una forma similar ocurre con el fluido que se encuentra en los poros de la roca, al reducir la presión y comprimir el volumen poroso, este fluido tiende a expandirse y desplazarse hacia donde exista un menor diferencial de presión</p>	 <p>Fuente: (Documento virtual disponible en www.es.scribd.com/doc/20974433/Mecanismos-de-produccion),</p>

Fuente: (Barberii, 1998)., ajustado por ASI S.A.S., 2023.

La producción por flujo natural no es un mecanismo que garantice los niveles de producción rentables en la vida productiva del yacimiento; por lo que, para obtener el máximo beneficio económico de este, además es necesario seleccionar el método de producción óptimo y/o sistema de levantamiento artificial (SLA) que permita mantener los niveles de producción. Los SLA son por lo general el primer mecanismo cuando se desea incrementar la producción en un campo, ya sea para reactivar pozos que no fluyen o para aumentar la tasa de flujo en pozos activos. Estos operan de diferentes formas sobre los fluidos del pozo, ya sea modificando alguna de sus propiedades o aportando un empuje adicional a los mismos. A continuación, se describen algunos de los métodos de levantamiento artificial más usados:

✓ Bombeo Mecánico

El bombeo mecánico es un método de levantamiento artificial simple de succión y trasferencia continua a superficie, que consiste en una bomba de subsuelo de acción recíprocante abastecida por energía, la cual proviene de un motor eléctrico o de combustión interna, que a su vez moviliza una unidad en superficie mediante un sistema de balancín de engranajes y correas; impartiendo un movimiento de sube y baje a una sarta de varillas de succión que mueve el pistón de la bomba (colocada en la sarta de producción a cierta profundidad en el fondo del pozo) para mantener el acenso de los fluidos a superficie. Su principal aplicación está en la producción de crudos pesados y extrapesados y poco recomendado cuando la producción de solidos es alta y la relación de gas/liquido es muy alta. En la **Figura 2-82**, se presenta el esquema tipo del sistema de levantamiento artificial por Bombeo Mecánico.

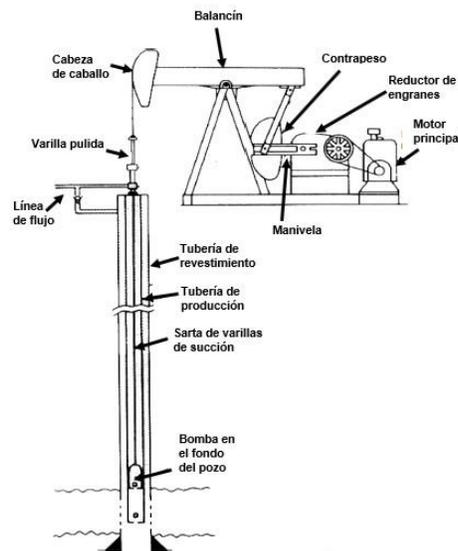


Figura 2-82 Esquema tipo del sistema de Bombeo Mecánico

Fuente: (Documento virtual disponible en <https://epmex.org/news/2020/05/06/que-es-el-bombeo-mecanico/>)

✓ Bombeo por Cavidades progresivas (PCP)

Es una bomba de desplazamiento positivo engranada en espiral, que consta de dos hélices, uno dentro del otro: un rotor y un extractor, este último con un acople de caucho vulcanizado llamado elastómero y pegados internamente a un tubo de acero. Cuando el rotor está ubicado dentro del estator, se forman unidades de cavidades progresivas selladas las cuales por el movimiento giratorio transmitido al rotor a través de un sistema en superficie de cabezal de rotación (sistema de transmisión y sistema de frenado) y una sarta de cabillas conectadas al rotor; los fluidos se desplazan a superficie de forma axial a través de la tubería de producción. Este sistema se caracteriza por operar a altas velocidades y permite manejar altos volúmenes de gas, sólidos en suspensión y corte de agua; así como

fluidos de baja y mediana gravedad API. En la **Figura 2-83**, se presenta el esquema tipo del sistema de levantamiento artificial de Bombeo por Cavidades Progresivas.

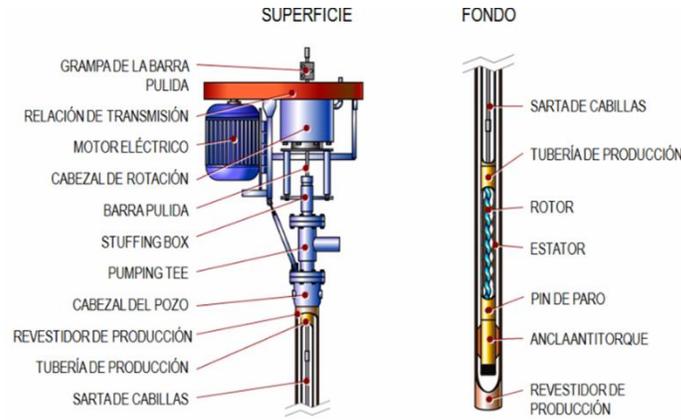


Figura 2-83 Esquema tipo del sistema de Bombeo por Cavidades Progresivas

Fuente: (Documento virtual disponible en http://producciondecrudoextrapesado.blogspot.com/p/blog-page_1.html)

✓ **Bombeo Electrosumergible (ESP)**

Se basa en el uso de bombas centrífugas multietapas, ubicadas en el fondo del pozo y que son accionadas por un sistema de motor eléctrico de inducción en superficie y alimentado a través de un cable de potencia por una fuente de tensión primaria. Una vez es transformada esta tensión en potencia esta es transmitida al motor en subsuelo desde el transformador; el cual genera la fuerza necesaria a la bomba (consta de un rotor y un difusor) y mediante movimiento rotacional mantener el ascenso de los fluidos a superficie. Su aplicación es considerable para producir altos volúmenes de fluidos con bajas relaciones has-aceite y desde diferentes profundidades bajo amplia variedad de condiciones de pozo. En la **Figura 2-84**, se presenta el esquema tipo del sistema de levantamiento artificial de Bombeo Electrosumergible.

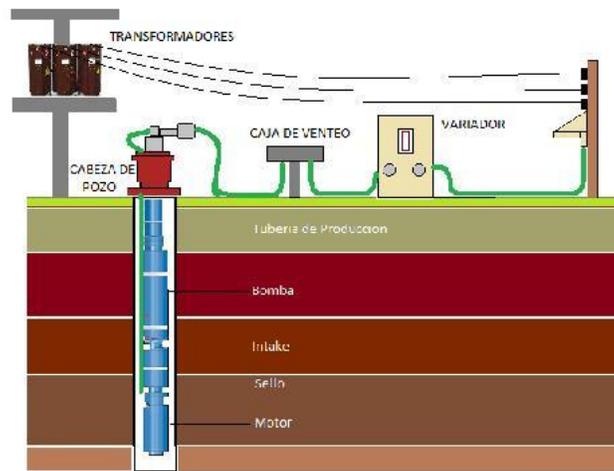


Figura 2-84 Esquema tipo del sistema de Bombeo Electrosumergible

Fuente: (Documento virtual disponible en <https://docplayer.es/docs-images/65/54016392/images/47-0.jpg>)

✓ Bombeo Hidráulico

Método que funciona con bomba de fondo que dispone de un motor tipo pistón; el cual es alimentado por la energía proporcionada de un fluido motriz presurizado por una bomba hidráulica en superficie. El motor tipo pistón se encuentra mecánicamente ligado a otro pistón que se encarga de bombear los fluidos producidos de la formación a superficie. Su aplicación es considerada para pozos de alta profundidad, desviados, direccionales o sitios inaccesibles, En la **Figura 2-85**, se presenta el esquema tipo del sistema de levantamiento artificial de Bombeo Hidráulico.

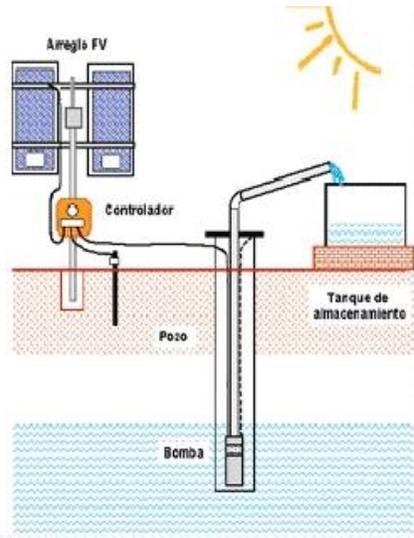


Figura 2-85 Esquema tipo del sistema de Bombeo Hidráulico

Fuente: (Documento virtual disponible en <https://es.slideshare.net/gabosocorro/bombeo-hidraulico-tipo-je-tgr-3>)

➤ Recuperación Secundaria

Como consecuencia del agotamiento natural de la energía del yacimiento y luego de aplicar la fase primaria, es necesario implementar técnicas adicionales que permitan la recuperación de crudo. Una de las más empleadas y eficientes es la inyección de agua (Zhu 2004), ya que permite extraer un buen porcentaje del crudo residual.

Segunda etapa de producción de hidrocarburos utilizada para la explotación de yacimientos agotados o de baja presión, durante la cual un fluido externo, como agua o gas, se inyecta en el yacimiento a través de pozos de inyección. El propósito de la recuperación secundaria es mantener la presión del yacimiento y desplazar los hidrocarburos al pozo productor. Las técnicas de recuperación secundaria más común es la inyección con agua. Para el Área de Desarrollo VSM-37 se contempla la recuperación secundaria mediante la inyección y/o reinyección de las aguas domésticas, no domésticas y de formación previamente tratadas. En la **Tabla 2-75** se realiza la descripción general de este método.

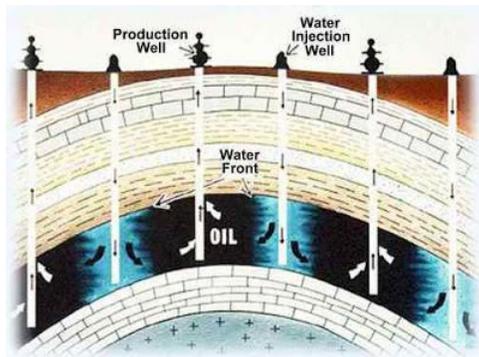
Dentro del proceso de inyección de agua se siguen diferentes etapas. Inicialmente, se observan las características que presenta el yacimiento antes de dar inicio al proceso de desplazamiento con agua. Posteriormente se realiza la inyección como tal, que está acompañada por un aumento de la presión del yacimiento, mayor en los pozos inyectoros y menor en los productores. A medida que continúa la inyección, parte del petróleo se desplaza hacia adelante para formar un banco de petróleo; detrás de él se forma un banco de agua, en donde se encuentra el agua inyectada y el petróleo residual. Luego de un tiempo de inyección, ocurre la ruptura, cuando el frente de agua alcanza el pozo productor. La producción de agua aumenta a medida que se produce crudo y la inyección continúa, hasta que ésta se considera económicamente rentable (Florez & López, 2006).

De acuerdo con la posición de los pozos inyectoros y de los productores, la inyección de agua puede llevarse a cabo de dos formas:

- ✓ Inyección externa: llamada también inyección periférica, consiste en introducir agua fuera de la zona donde se encuentra el petróleo, en los flancos del yacimiento.
- ✓ Inyección interna: conocida también como inyección en arreglos, o dispersa, se realiza dentro del área donde se encuentra el petróleo, empleando varios pozos inyectoros, que, junto con los productores, forma un arreglo geométrico.

Cabe mencionar que además de la recuperación secundaria, se contempla como segunda alternativa el proceso de reinyección y/o inyección del agua tipo disposal; es decir, las aguas serían confinadas en formaciones diferentes a la formación productora, que tengan la capacidad para contenerlas y con aislamiento hidráulico a otras formaciones. Es importante destacar que estos procesos se realizarán a través de los pozos reinyectores y/o inyectoros nuevos o mediante la reconversión a pozo inyector de aquellos pozos productores que resulten secos.

Tabla 2-75 Métodos de recuperación secundaria

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Inyección con agua	<p>Proceso donde el petróleo es llevado hacia los pozos productores por la acción de presión ejercida por el agua. Para este proceso se utiliza agua salobre, y debe presentar características de compatibilidad con el agua de yacimiento para que sea efectivo el método. Existen dos tipos de inyección de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Inyección periférica o externa: Consiste en inyectar agua fuera del lugar donde se ubica el crudo, en la periferia del yacimiento. Es un tipo de inyección tradicional en donde el agua se inyecta en el acuífero que se encuentra en contacto agua-petróleo. Es utilizado cuando se desconoce las características del yacimiento y los pozos deben ser ubicados en el acuífero, alejados del lugar donde se encuentra el petróleo. ✓ Inyección en arreglos o dispersa: Consiste en inyectar agua en el lugar 	 <p>Fuente: (Documento virtual disponible en https://www.ingenieriadepetroleo.com/inyeccion-piloto-de-agua/),</p>

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
	donde se encuentra el crudo. Para utilizar la inyección por arreglos se debe tener en cuenta la estructura, los límites del yacimiento, la continuidad de las arenas, la porosidad, la permeabilidad, número y posición de pozos. Por lo general es usado en yacimientos con poca inclinación y áreas extensas.	

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Recuperación terciaria o recobro mejorado (EOR)**

La recuperación terciaria o recuperación mejorada de petróleo (EOR-Enhanced Oil Recovery), abarca un conjunto de técnicas y estrategias empleadas en la industria petrolera. Su objetivo principal es incrementar la cantidad de petróleo recuperable de un yacimiento, una vez que se han agotado las etapas iniciales de extracción primaria y secundaria.

En ciertos casos tiene poca o ninguna recuperación primaria o secundaria, este mecanismo es usado desde el inicio de la vida productiva del pozo.

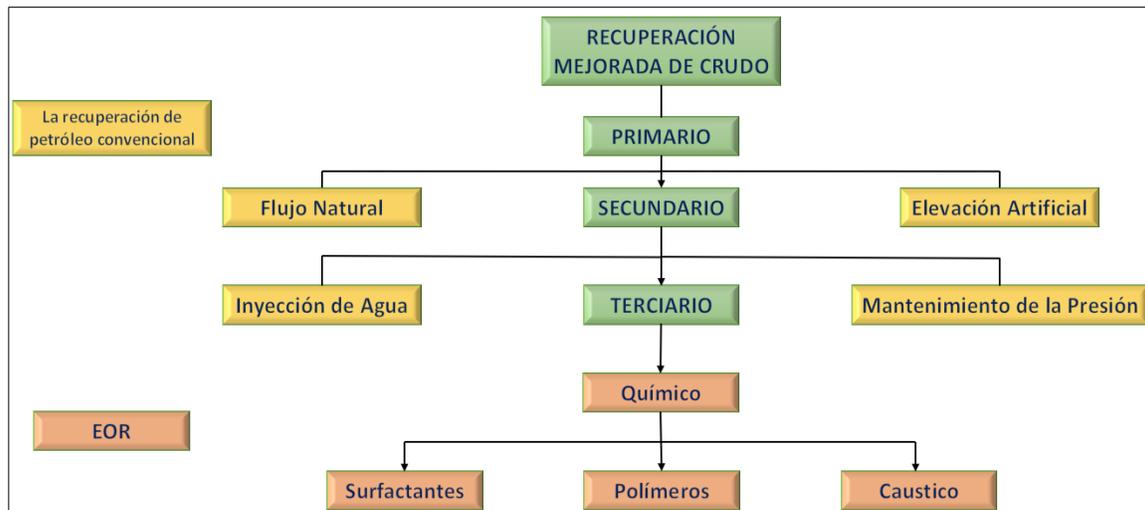


Figura 2-86 Etapas de la recuperación mejorada de crudo

Fuente: PAREX, 2023.

La necesidad de recurrir a la recuperación mejorada de petróleo surge cuando las técnicas iniciales no resultan suficientes para extraer una cantidad significativa de petróleo adicional.

En el caso de PAREX, se ha considerado la aplicación de las siguientes técnicas:

- ✓ Inyección química (Polímeros, Surfactantes y Alcalinos (ASP), entre otros).

Esta estrategia implica la introducción de una combinación de polímeros, surfactantes y alcalinos en el yacimiento con el fin de mejorar la movilidad del petróleo y reducir la tensión interfacial entre los componentes, facilitando así su extracción y aumentando la producción de hidrocarburos en el yacimiento del Área de Desarrollo VSM-37.

Con base en información recopilada de campos análogos, particularmente aquellos que involucran condiciones de alta temperatura y baja salinidad, se ha llevado a cabo una selección inicial de surfactantes, polímeros y alcalinos. Estos compuestos han demostrado su estabilidad en operaciones similares. En la Tabla 2-76, Tabla 2-77 y Tabla 2-78 se presentan los productos químicos tales como surfactantes, polímeros y alcalinos que han sido evaluados con la posibilidad de incorporarlos en las operaciones del Área de Desarrollo VMS-37.

Estas técnicas desempeñan un papel crucial en la maximización de la extracción de petróleo del yacimiento, especialmente cuando la producción primaria y secundaria no son suficientes para alcanzar los objetivos de recuperación. Es importante destacar que la elección de estos productos químicos y su diseño específico se dará de acuerdo con las características (Como los son pruebas y estudios) del yacimiento y con los objetivos específicos de recuperación requeridos por PAREX, para aumentar de manera teórica y económicamente eficiente el factor de recobro lo cual va en línea con la “Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa” del Gobierno Nacional, donde se busca aplicar estrategias para la optimización de la producción mediante técnicas de recobro, por lo cual se requiere adelantar estas actividades con el fin de aumentar la eficiencia del proceso de mantenimiento de presión en el Área de Desarrollo VMS-37.

Con base en información recopilada de campos análogos, particularmente aquellos que involucran condiciones de alta temperatura y baja salinidad, se ha llevado a cabo una selección inicial de surfactantes, polímeros y alcalinos. Estos compuestos han demostrado su estabilidad en operaciones similares. En la Tabla 2-76, Tabla 2-77 y Tabla 2-78 se presentan los surfactantes, polímeros y alcalinos que han sido evaluados con la posibilidad de incorporarlos en las operaciones del Área de Desarrollo VMS-37.

Estos productos químicos se emplean en conjunto en diversas técnicas de recuperación mejorada de petróleo (EOR), como la inyección de polímeros, surfactantes y alcalinos (ASP). Estas técnicas desempeñan un papel crucial en la maximización de la extracción de petróleo del yacimiento, especialmente cuando la producción primaria y secundaria no son suficientes para alcanzar los objetivos de recuperación. Es importante destacar que la elección de estos productos químicos y su diseño específico se dará de acuerdo con las características del yacimiento (mediante pruebas, análisis fisicoquímicos de compatibilidad e integridad) así como facilidades disponibles para su bombeo y en los objetivos específicos de recuperación requeridos por PAREX.

Tabla 2-76. Surfactantes

Nombre del Surfactante	Proveedor
ORS-1501	OCT
ORS-1505	OCT

Nombre del Surfactante	Proveedor
ORS-1507	OCT
ORS-47 AS	OCT
ORS-50 AS	OCT
ORS-60 AS	OCT
ORS-70 AS	OCT
SS-503	OCT
SS-N530	OCT
SS-N531	OCT
SS-N532	OCT
SS-N533	OCT
SS-N534	OCT
SS-N535	OCT
Supersurf 80203	OCT
Supersurf 80606	OCT
Supersurf 80803	OCT
Supersurf 81212	OCT
Petostep S-13D HA	Stepan
Petostep S-2	Stepan
Petostep S-3B	Stepan
Soloterra 113H	Sasol
Soloterra 117H	Sasol
Soloterra O242	Sasol
Soloterra O332	Sasol
Soloterra 919	Sasol
Soloterra 941	Sasol
Soloterra 960	Sasol
Aspiro S1221 X	BASF
Aspiro S1230 X	BASF
Aspiro S1231 X	BASF
Aspiro S1310 X	BASF
Aspiro S2430 X	BASF
Aspiro S2850 X	BASF
Aspiro S8710 X	BASF
Aspiro S5514 X	BASF

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-77. Polímeros

Nombre de Polímeros	Proveedor
Flopaam AN 125 VHM	SNF Floerge
Flopaam 5115 SHKemSweep A-5265	SNF Floerge
Aspiro P6631	BASF
Aspiro P5441 X	BASF
ZLPAM 30531	ZL EOR Chemicals
ZLPAM B20H5	ZL EOR Chemicals

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-78. Alcalinos

Nombre del Alcalino	Proveedor
NAOH (soium Hydroxide)	Analytical Grade
NA2CO3 (soium Hydroxide)	Analytical Grade

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.4.5.2 Mecanismo de Abandono

Con respecto a los mecanismos de abandono, se deberá cumplir con lo establecido por la Resolución 181495 del 2 de septiembre de 2009 del Ministerio de Minas y Energía o el acto administrativo que la modifique o sustituya, la cual establece las medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos, así como las medidas establecidas en el **Capítulo 10, Plan de Abandono y Restauración** del presente Estudio de Impacto Ambiental.

2.2.3.4.6 Estimativo de mano de obra

En general, las actividades de revisión y mantenimiento de los equipos y sistemas instalados en los cabezales de pozos los realizarán un técnico y un supervisor mediante recorridos diarios.

Los trabajos de pozos, como el reacondicionamiento, limpieza, estimulación y/o fracturamiento entre otros, requieren un mayor número de personas entre personal calificado y no calificado. Dicho personal puede variar de acuerdo con las actividades específicas a realizar y con las empresas contratistas que llevan a cabo dichas labores; sin embargo, la cantidad y descripción son similares a las presentadas para la perforación de los pozos.

2.2.3.5 Líneas de flujo

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de hasta 300 km de líneas de flujo, con diámetros de hasta 16" y un DDV de hasta 15 m, incluyendo los métodos constructivos y las alternativas para cruces de cuerpos de agua, vías y otros ductos presentados en el EIA; las conexiones podrán ser:

- a. *Entre plataformas multipozo*
- b. *Entre plataformas multipozo y facilidades de producción (FTP y FCP)*
- c. *Entre facilidades de producción (FTP y FCP)*
- d. *Conexión con infraestructura de transferencia (oleoductos y/o gasoductos) al interior del área de influencia del proyecto.*
- e. *Para la entrega y/o recibo de fluidos con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento, disposición final y/o comercialización, previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales, sin superar la capacidad máxima del campo 45.000 BFPD (10.000 BOPD + 35.000 BWPD) y 10.000 MSCFDS y los volúmenes autorizados para inyección y/o reinyección.*

De igual forma, se solicita la conexión a infraestructura de transferencia existente o proyectada (oleoductos o gasoductos) que se encuentren dentro del área de influencia y/o área a licenciar del proyecto; así como la entrega y/o recepción de fluidos de producción con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento-disposición final y/o comercialización, en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales.

2.2.3.5.1 Alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos

2.2.3.5.1.1 Alternativas de trazado

Se contempla la construcción e instalación de hasta 300 km de líneas flujo para el transporte de hidrocarburos fluidos de producción (crudo, agua y gas) en el Área de Desarrollo VSM-37; con líneas de flujo de hasta 16" de diámetro; las cuales se instalarán de manera superficial sobre marcos H, adosadas a estructuras hidráulicas y/o enterradas.

Es importante señalar que el trazado de las líneas de flujo se realizará paralelas a las vías de acceso o a campo traviesa con un corredor máximo de intervención (DDV) de hasta 15 m; de acuerdo con los criterios establecidos en la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto (**Capítulo 6, Zonificación de manejo ambiental**); donde el trazado definitivo se presentará en los Planes de manejo Ambiental específicos; teniendo en cuenta entre otros, los siguientes criterios técnicos y ambientales:

- ✓ La ruta de la línea debe ser, en general, lo más recta y de fácil acceso posible para su construcción, inspección y reparación.
- ✓ Localización del corredor en las zonas con adecuadas condiciones de estabilidad,
- ✓ Selección de los alineamientos más cortos,
- ✓ Búsqueda de las condiciones topográficas más favorables (continuidad del trazado y pendientes moderadas),
- ✓ Facilidades de acceso al corredor y a los sitios de obras complementarias,
- ✓ Facilidad en la construcción, operación y mantenimiento de las líneas de flujo,
- ✓ Minimización de la interferencia con obras o infraestructura existente,
- ✓ Menor intervención posible de zonas importantes desde el punto de vista ambiental: Áreas con coberturas boscosas, cruces con drenajes naturales, etc.
- ✓ Durante el desarrollo de la topografía, se deben demarcar y abscisar exactamente los linderos de las distintas propiedades por donde cruza la línea, anotar el nombre de cada uno de los propietarios, tipo de cultivo y longitud del trazado que cruza la propiedad, para poder determinar correctamente las servidumbres.
- ✓ Utilizar en la medida de lo posible, la servidumbre de las vías (existentes y proyectadas), teniendo en cuenta que son franjas previamente intervenidas.
- ✓ Dependiendo de las condiciones de cada punto de cruce de cuerpos de agua se implementará la mejor alternativa de acuerdo con lo que se autorice.

2.2.3.5.1.2 Cruces fluviales

Estos se encuentran relacionados con las 196 ocupaciones de cauce solicitadas para la construcción de líneas de flujo aéreas y/o subterráneas; Los tipos de cruce a realizar y las características de cada cruce se presentan en el Capítulo 4. Uso y aprovechamiento, numeral 4.4 Ocupaciones de cauce. Es importante resaltar que cada obra a implementar en cada ocupación se presentará en el respectivo PMA Específico.

En la Tabla 2-79 se presentan las coordenadas centrales de los puntos de ocupación y en la Figura 2-87 su localización.

Tabla 2-79 Ocupaciones de cauce solicitadas

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_01	San Isidro Bajo	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Rosablanca	4759795,21	1902767,84
OC_02	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Rosablanca	4760267,07	1898941,64
OC_03	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Rosablanca	4759643,81	1899892,24
OC_04	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Bateas	4760027,82	1898921,89
OC_05	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758795,24	1898751,06
OC_06	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758420,66	1898987,9
OC_07	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758242,09	1899078,7
OC_08	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758184	1899138,26
OC_09	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4757673,81	1899790,55
OC_10	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada El Coscorron	4756911,22	1900336,57
OC_11	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Los Cauchos	4755013,86	1900929,21
OC_12	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Aceite	4754459,66	1900629,25
OC_13	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada La Zoila	4755317,93	1898164,92
OC_14	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Zoila	4754800,52	1898666,82
OC_15	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Los Cauchos	4754774,85	1898768,7
OC_16	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Aceite	4753094,99	1900124,7
OC_17	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4754445,67	1897234,28
OC_18	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753312,68	1896542,6
OC_19	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753439,14	1896316,57

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_20	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753428,17	1896245,1
OC_21	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753503,8	1895975,48
OC_22	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4753950,65	1895454,33
OC_23	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada el Coso	4754013,21	1895440,68
OC_24	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Quebrada La Babilla	4759326,89	1892997,56
OC_25	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Quebrada El Balso	4758909,09	1892509,98
OC_26	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Balso	4758716,62	1892189,73
OC_27	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Quebrada El Bolson	4758679,92	1892173,94
OC_28	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4758449,87	1891969,04
OC_29	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4757522,83	1890534,79
OC_30	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4757775,52	1890397,38
OC_31	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4758063,89	1890261,39
OC_32	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4757978,6	1890220,07
OC_33	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4758595,87	1890081,23
OC_34	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4758853,77	1890011,75
OC_35	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4758978,36	1889950,68
OC_36	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Quebrada Corinto	4758234,72	1889700,17
OC_37	El Rubí	TELLO	Huila	Quebrada Honda	4755035,87	1891642,7
OC_38	El Rubí	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4754929,79	1892338,8
OC_39	El Rubí	TELLO	Huila	Quebrada Honda	4754916,83	1892896,48
OC_40	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Honda	4755696,55	1892961,45
OC_41	El Rubí	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4755336,45	1893040,36

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_42	El Rubí	TELLO	Huila	Quebrada Seca	4754958,76	1893268,06
OC_43	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4755279,96	1893622,88
OC_44	El Rubí	TELLO	Huila	Quebrada Seca	4753306,2	1893869,95
OC_45	El Rubí	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Seca	4752302,68	1894187,71
OC_46	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Seca	4752203,16	1894262,96
OC_47	El Rubí	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Jagua	4751528,37	1894072,93
OC_48	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagua	4751485,34	1893094,4
OC_49	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada El Rodeo	4751953,37	1892943,72
OC_50	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4752874,68	1891956,35
OC_51	Fortalecillas	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4749968,23	1892137,6
OC_52	Fortalecillas	NEIVA	Huila	Quebrada El Venado	4750694,49	1892121,39
OC_53	Venadito	NEIVA	Huila	Quebrada Guacirco	4751915,95	1886614,34
OC_54	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4748340,43	1899554,63
OC_55	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Coscorrón	4749239,32	1898735,66
OC_56	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Coscorrón	4754027,21	1902451,22
OC_57	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4753905,87	1902298,18
OC_58	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4753637,79	1896215,92
OC_59	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Culebra	4752362,52	1895566,37
OC_60	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada La Culebra	4751900,78	1895521,18
OC_61	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Rosablanca	4751923,71	1895430,82

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_62	La Mata	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4749351,08	1889481,7
OC_63	El Venado	NEIVA	Huila	Quebrada El Caimán	4749838,34	1889154,01
OC_64	La Mojarra	NEIVA	Huila	Quebrada el Cucurro	4757165,42	1889144,1
OC_65	La Mojarra	NEIVA	Huila	Quebrada el Cucurro	4757210,62	1889031,86
OC_66	La Mojarra	NEIVA	Huila	Quebrada el Cucurro	4757253,88	1889005,6
OC_67	El Venado	NEIVA	Huila	Quebrada Viliviles	4749443	1887357,11
OC_68	El Venado	NEIVA	Huila	Quebrada Viliviles	4749575,71	1887158,09
OC_69	El Venado	NEIVA	Huila	Quebrada Viliviles	4749571,73	1887067,9
OC_70	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4754265,5	1902975,88
OC_71	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Bateas	4754208,86	1902917,91
OC_72	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Coso	4759147,96	1893159,92
OC_73	Guacirco	NEIVA	Huila	Quebrada La Colorada	4747709,05	1900444,62
OC_74	Fortalecillas	NEIVA	Huila	Quebrada El Aceite	4751916,15	1896864,32
OC_75	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752718,49	1895196,18
OC_76	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Cucharito	4752783,7	1895393,06
OC_77	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Zoila	4754037,46	1898723,86
OC_78	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Zoila	4753722,6	1898752,22
OC_79	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Zoila	4753337,33	1898799,21
OC_80	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Los Cauchos	4752797,46	1900343,52
OC_81	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada El Aceite	4755512,74	1896741,78

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_82	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada El Aceite	4753281,16	1896829,97
OC_83	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752648,85	1896044,07
OC_84	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752738,69	1895751,51
OC_85	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752841,77	1895624,87
OC_86	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752996,72	1895538,33
OC_87	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4753995,63	1895752,09
OC_88	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4754143,61	1895241,18
OC_89	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada La Manguita	4754884,12	1895602,06
OC_90	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada El Aceite	4756373,14	1895433,13
OC_91	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4755638,66	1894767,81
OC_92	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4754909,72	1894469,16
OC_93	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Palmichal	4754771,39	1894931
OC_94	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753788,77	1895029,73
OC_95	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Seca	4753542,34	1894472,53
OC_96	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Seca	4754465,11	1893765,5
OC_97	Venadito	NEIVA	Huila	Quebrada El Venado	4752652,72	1886468,55
OC_98	Venadito	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Venado	4752243,67	1886485,46
OC_99	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Castañeda	4753839,69	1888738,09
OC_100	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada El Tigre	4753496	1889626,62
OC_101	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagua	4753386,99	1889331,49

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_102	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Castañeda	4753072,67	1889056,91
OC_103	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4753110,31	1889143,48
OC_104	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4753046,73	1888700,99
OC_105	Venadito	NEIVA	Huila	Quebrada El Caimán	4751724,66	1887973,62
OC_106	Venadito	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4752452,9	1887642,22
OC_107	Venadito	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagüita	4752703,01	1887465,9
OC_108	Venadito	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagüita	4752862,06	1887318,63
OC_109	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagüita	4753084,18	1887376,7
OC_110	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagüita	4753156,15	1888054,93
OC_111	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagua	4753991,65	1888131,08
OC_112	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Castañeda	4753914,33	1888467,57
OC_113	La Mojarrá	NEIVA	Huila	Río Fortalecillas	4758084,97	1888969,74
OC_114	La Mojarrá	NEIVA	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4754832,77	1891254,04
OC_115	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4753910,89	1891057,03
OC_116	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Pila	4752990,51	1891070,99
OC_117	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Ariete	4752020,25	1891341,95
OC_118	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Ariete	4750954,3	1891888,59
OC_119	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4751153,48	1892089,54

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_120	San Andrés de Busiraco	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Los Iguases	4749104	1896157,78
OC_121	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada Los Iguases	4748925,41	1896475,65
OC_122	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749776,04	1896744,11
OC_123	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada Los Iguases	4748668,74	1896857,14
OC_124	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada Boquerón o el Totumo	4748068,07	1896089,77
OC_125	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4747789,8	1896246,38
OC_126	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4747470,41	1896312,79
OC_127	San Andrés de Busiraco	NEIVA	Huila	Quebrada Boquerón o el Totumo	4747400,32	1895703,54
OC_128	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4747147,87	1895761,71
OC_129	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4746803,37	1895659,89
OC_130	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4746246,89	1895706,48
OC_131	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4746270,64	1895835,32
OC_132	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4746351,69	1895803,84
OC_133	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4746314,53	1896341,49
OC_134	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746389,1	1896671,88

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_135	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4746485,93	1896743,56
OC_136	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746577,98	1896702,22
OC_137	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746656,01	1896665,51
OC_138	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Granizo	4747100,45	1896652,05
OC_139	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4747317,05	1896425,27
OC_140	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4747314,17	1896442,65
OC_141	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746301,72	1896955,62
OC_142	Dina	AIPE	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4745629,94	1897336,21
OC_143	Dina	AIPE	Huila	Quebrada El Caleño	4746064,99	1897709,06
OC_144	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4746272,37	1897591,1
OC_145	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caleño	4746382,58	1897659,9
OC_146	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Granizo	4746536,87	1897775,59
OC_147	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Granizo	4746739,63	1897836,67
OC_148	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Granizo	4747025,99	1897915,58
OC_149	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Los Iguases	4747453,55	1897170,74
OC_150	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749242,45	1897467,95
OC_151	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4748878,63	1897901,7
OC_152	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749547,1	1898159,22
OC_153	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749492,76	1898399,46
OC_154	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749792,96	1897846,03

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_155	San Isidro Bajo	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Arenosa (Quebrada Arenoso)	4759635,96	1902702,17
OC_156	San Isidro Bajo	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Arenosa (Quebrada Arenoso)	4759371,21	1902861,91
OC_157	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Río Magdalena	4749241,28	1897392,19
OC_158	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Los Cauchos	4753110,55	1899956,87
OC_159	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada La Zoila	4752918,59	1898801,82
OC_160	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Los Guayabos	4753184,42	1899301,53
OC_161	El Venado	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4748827,81	1889271,69
OC_162	El Venado	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4749000,59	1889445,27
OC_163	La Mata	NEIVA	Huila	Quebrada El Caimán	4749796,08	1889331,7
OC_164	La Mata	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4750422,84	1889293,35
OC_165	La Mata	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Caimán	4750934,73	1889566,87
OC_166	La Mata	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Jagua	4751049,99	1889634,02
OC_167	Guacirco	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada La Colorada	4747015,84	1900427,96
OC_168	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4753530,39	1888184
OC_169	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4759239	1889970,78
OC_170	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4759059,38	1890077,67
OC_171	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Río Magdalena	4751586,91	1898303,53

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_172	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758474,87	1898817,38
OC_173	Cucharito	TELLO	Huila	Quebrada Bateas	4758460,6	1898893,75
OC_174	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Palmichal	4753896,6	1895586,66
OC_175	San Andrés de Busiraco	NEIVA	Huila	Quebrada Boquerón o el Totumo	4746242,81	1894965,32
OC_176	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Río Magdalena	4751801,3	1897744,44
OC_177	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Río Magdalena	4752033,88	1897599,9
OC_178	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746902,06	1896596,38
OC_179	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada El Caleño	4746954,07	1896619,04
OC_180	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4747583,95	1896245,83
OC_181	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Bateas	4758880,67	1898297,04
OC_182	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada La Zoila	4753291,71	1898985,96
OC_183	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Cucharito	4752299,08	1895606,65
OC_184	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Quebrada El Coscorrón	4758382,43	1895493,59
OC_185	Mesa del Trapiche	TELLO	Huila	Afluente Río Fortalecillas	4760075,51	1890304,41
OC_186	San Isidro Bajo	TELLO	Huila	Afluente Río Villa Vieja	4756567,73	1903460,34
OC_187	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Los Cauchos	4755272,53	1900022,79
OC_188	El Rubí	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Corinto	4755200,27	1891490,13
OC_189	La Jagua	NEIVA	Huila	Quebrada El Rodeo	4752394,11	1892882,09

ID	Vereda	Municipio	Departamento	Nombre Drenaje	Coordenadas Magna Origen Nacional	
					Este	Norte
OC_190	La Jagua	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada El Rodeo	4752287,77	1892910,81
OC_191	Fortalecillas	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4750963,92	1893246,53
OC_192	Fortalecillas	NEIVA	Huila	Quebrada La Jagua	4750902,41	1893458,26
OC_193	Cucharito	TELLO	Huila	Afluente Quebrada Seca	4751661,87	1894451,44
OC_194	San Jorge	NEIVA	Huila	Quebrada Boquerón o el Totumo	4749408,84	1896149,6
OC_195	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4747780,03	1896290,46
OC_196	San Jorge	NEIVA	Huila	Afluente Quebrada Boquerón o el Totumo	4749584,62	1896493,72

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

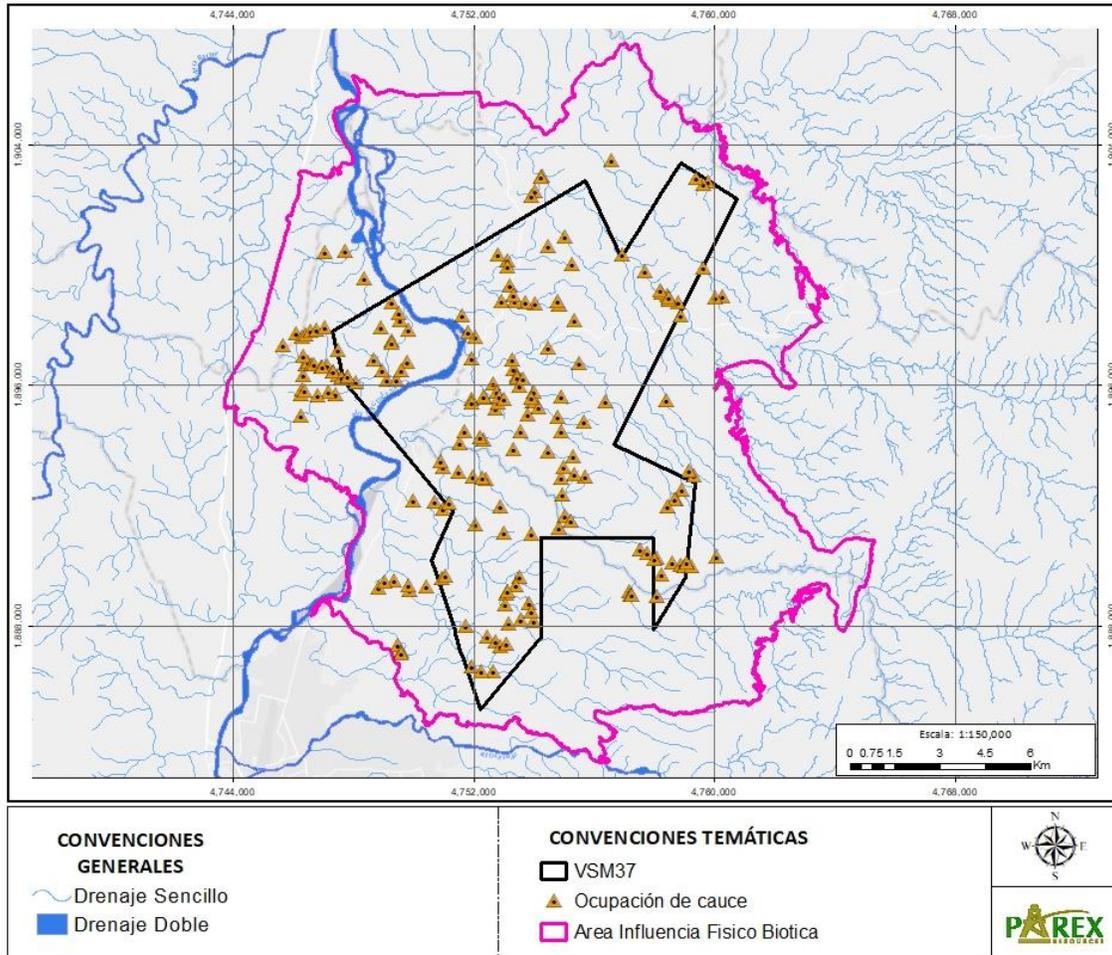


Figura 2-87 Localización de los puntos de Ocupación de cauce.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

2.2.3.5.1.3 Posibles accesos

Los accesos para la construcción de las líneas de flujo corresponden a los existentes (presentados en el Anexo 21. Descripción de vías) y/o futuros a construir, los cuales se describirán en el PMA Específico.

2.2.3.5.2 Especificaciones técnicas de las líneas de flujo

Las especificaciones técnicas de las líneas de flujo a construir por el proyecto se presentan en la **Tabla 2-80**.

Tabla 2-80 Especificaciones Técnicas de Líneas de Flujo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Diámetro	Hasta 16 pulgadas						
Longitud Máxima	Hasta 300 km de líneas de flujo para el proyecto,						
Derecho De Vía	Hasta 15 metros Será enterrada a una profundidad entre 1,2 y 1,5 m,						
Conexión entre Tubos	Uniones Soldadas						
Fluidos Manejados	Hidrocarburos líquidos y gaseosos (crudo, agua y gas)						
Tipo de Tubería	Tubería de acero grado API 5L X42, X46 o X52 y revestida exteriormente. FlexSteel™ API 15S Tubería de línea de plástico reforzado enrollable (2.ª edición) y la especificación API 17J para tuberías flexibles no adheridas (4.ª edición) *						
Trampas de Marraneo	En cada extremo de las líneas a ser construidas (en caso de ser requeridas) Las trampas de raspado o "Pig Launcher / Receiver" se utilizan para la limpieza interna de las líneas de flujo y transferencia o para inspeccionar las paredes de la tubería						
Espesor de las Tuberías	SCH 40, SCH STD, SCH 80						
Material	Acero al carbón. Por su parte la tubería FlexSteel combinan la resistencia de la tubería de acero con la resistencia a la corrosión de la tubería de polietileno						
Presión de Trabajo	De 50 a 1,200 Psi líneas de producción Hasta 3,000 Psi líneas de inyección						
Prueba Hidrostática	<p>El objetivo primordial de la prueba hidrostática es verificar que las juntas no presenten fugas, Esta se realiza a un valor fijo arriba de la presión de trabajo, Para realizar la prueba, la tubería se llena lentamente con agua (el volumen de agua para la prueba depende del diámetro de la tubería), eliminando el aire de las líneas a través de las válvulas de admisión y expulsión de aire colocadas en las partes más altas de la tubería, La presión de prueba debe ser verificada por medio de un manómetro de prueba, y será, cuando menos, 1,25 veces la presión de trabajo en las líneas, debiéndose mantener como mínimo por dos horas, posteriormente, se realizará una inspección de las líneas para detectar fugas visibles o desplazamientos en la tubería.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #008000; color: white;">DIÁMETRO (PULGADAS)</th> <th style="background-color: #008000; color: white;">VOLUMEN REQUERIDO PARA 0.5 km (Con factor de seguridad del 15%) (m³)</th> <th style="background-color: #008000; color: white;">CONSUMO APROXIMADO Total (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">16"</td> <td style="text-align: center;">84,3</td> <td style="text-align: center;">0,98</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">*Caudal estimado por 0.5 kilómetro de tubería (diario).</p>	DIÁMETRO (PULGADAS)	VOLUMEN REQUERIDO PARA 0.5 km (Con factor de seguridad del 15%) (m³)	CONSUMO APROXIMADO Total (l/s)	16"	84,3	0,98
DIÁMETRO (PULGADAS)	VOLUMEN REQUERIDO PARA 0.5 km (Con factor de seguridad del 15%) (m³)	CONSUMO APROXIMADO Total (l/s)					
16"	84,3	0,98					

*En el Anexo 16. Diseños - Ficha técnica Tubería T FlexSteel™ se amplía la información de esta tecnología

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.5.3 Especificaciones técnicas de los cruces especiales

Se refiere a los cruces de líneas de flujo por zonas con mayor dificultad para la construcción que una zona regular, por la presencia de obras civiles cuyo funcionamiento no debe alterarse o por las condiciones naturales propias de la zona de construcción. En estas zonas, las líneas y área aledañas a estas requieren una mayor protección, para lo cual se

establecen unos requisitos mínimos de construcción. A continuación, se describen los tipos de cruces especiales contemplados dentro del proyecto.

2.2.3.5.3.1 Cruces de cuerpos de agua

El cruce de cuerpos de aguas para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37 se realizará de manera área sobre marcos H, cerchas metálicas, torres metálicas y suspensión por cable de acero y/o cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida (PHD) o a zanja abierta. Para los cruces aéreos se solicita permiso para ocupaciones de cauce con una franja de movilidad de 100 m aguas arriba y aguas abajo cuando la instalación de los marcos H se realice dentro de la ronda de protección de los cuerpos de agua (Ver en el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales, numeral 4,4 Ocupaciones de cauce**).

De igual forma, se propone la alternativa de Perforación Horizontal Dirigida (PHD) para realizar la instalación de la tubería de manera subterránea sin intervenir el lecho del cauce, evitando así las aperturas de las zanjas en estos cruces.

➤ **Cruce aéreo sobre marcos H**

Este tipo de cruce se establece en gran medida basado en el ancho de los cauces a intervenir (menor de 5 metros en promedio), los cuales contemplan construir un cruce aéreo mediante marcos H cimentados en cada una de las orillas, con el fin de sostener la tubería a una altura superior de la marca de corriente del cauce. Cabe destacar que mientras la instalación de los marcos H cimentados no se realice en el cauce o rondas de protección de los cuerpos de agua, no aplica el permiso de ocupación de cauces.

De acuerdo con lo anterior, este tipo de cruce se debe realizar en lo posible sin intervenir los cauces y su ronda de protección, buscando que la lingada del cruce se realiza a un costado del margen del cauce o ronda de protección, mientras en el otro costado es halada empleando una retroexcavadora o buldócer; cuando la lingada esté en su posición final, se instalan los marcos "H" siguiendo las medidas de manejo establecidas para el proceso constructivo. En la **Figura 2-88**, se presenta el esquema tipo para la actividad de lanzamiento de ligada en cruce de cuerpos de agua.

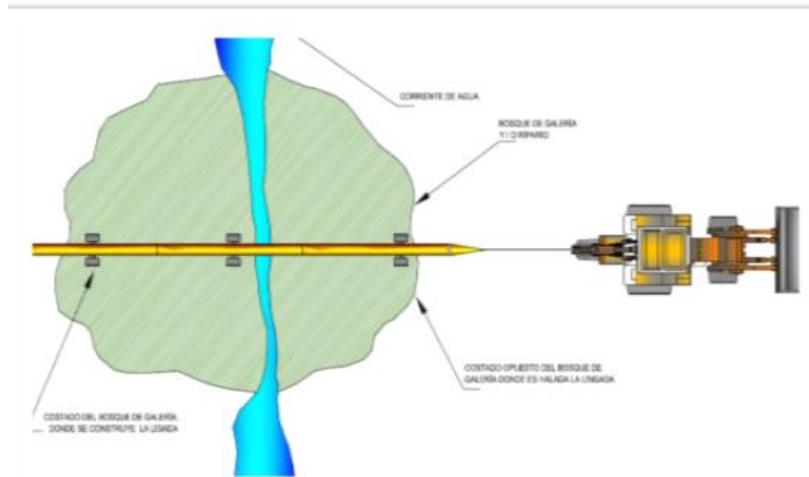


Figura 2-88 Lanzamiento de lingada en cruce de cuerpo de aguas

Fuente: PAREX, 2023.

La tubería en que se fabrican por lo general de 4 o 6 pulgadas de diámetro o más, dependiendo del diámetro de tubería a soportar y se instalan en derecho de vía fuera del cauce (a lado y lado), Para la instalación de estos se debe realizar la excavación de huecos de diámetro entre 0,20 y 0,40 m, llenando el espacio entre el hueco y el tubo con mortero 4:1 de arena y cemento, separándolo de acuerdo con lo indicado en los diseños. En **Figura 2-89** se presenta el esquema para derecho de vía de la instalación de los marcos H y en la **Figura 2-90** el esquema tipo de marcos H. Cabe anotar que los diseños definitivos de los marcos "H, se presentarán en los planes de manejo ambiental específicos para cada Línea de flujo.

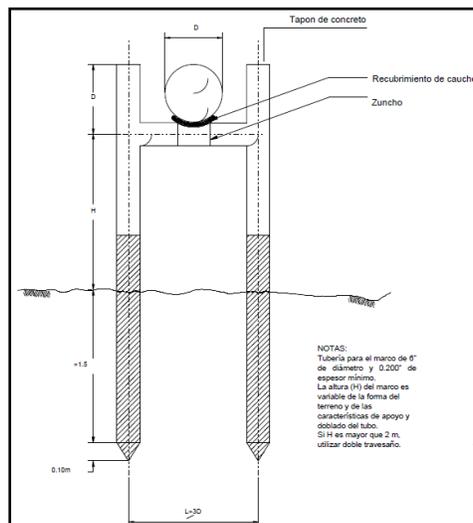


Figura 2-89 Esquema tipo Marco H

Fuente: Tomado de las Normas de Ingeniería de Oleoductos NIO-0610-MARCOS "H" de Ecopetrol

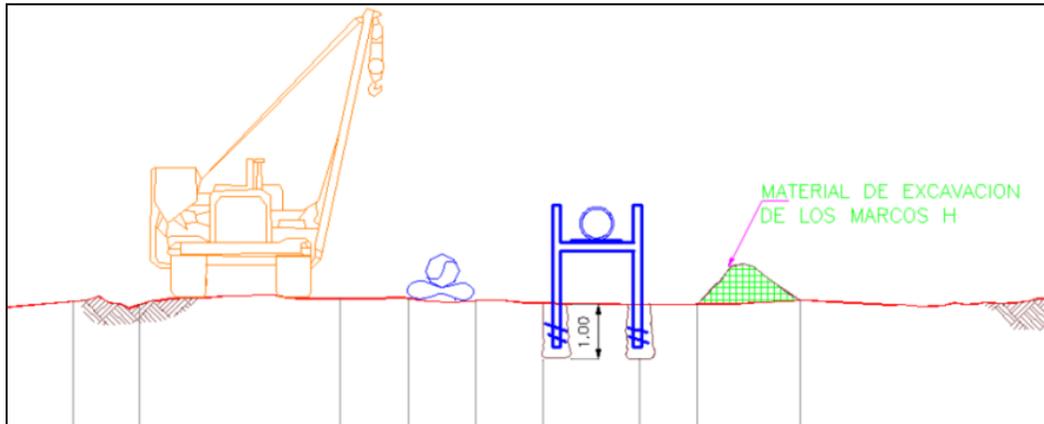


Figura 2-90 Detalle de derecho de vía de tubería sobre la superficie del terreno

Fuente: Tomado de las Normas de Ingeniería de Oleoductos NIO-0610-MARCOS "H" de Ecopetrol

➤ **Cerchas Metálicas**

Son estructuras de acero que se utilizan para cruces de cauces prolongados, donde los marcos "H", no son suficientes para sostener la tubería, Dichas estructuras se ensamblan en talleres, en tubería de aproximadamente 2 pulgadas (según el diámetro de tubería a soportar), para luego ser instaladas en el sitio de cruce y fuera del cauce en los costados,

La instalación de las cerchas metálicas se realiza sobre marcos "H", empotrados en cada uno de los costados del cauce; la cual es realizada mediante el apoyo de grúa PH.

➤ **Cruce aéreo mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero,**

En caso de cruce en corrientes principales con régimen de caudal perene, en un ancho promedio de cauce mayor a 5,0 metros, profundidad máxima mayor a 3 metros, con amplio desarrollo de vegetación ripiara y alto riesgo de palizadas en momentos de avenidas máximas instantáneas, se contempla la alternativa del cruce aéreo mediante torres metálicas cimentadas a 10 metros de cada una de las orillas y cables de acero que sostienen la tubería a una altura no menor de 3,0 metros por encima de la marca de la corriente del cauce, con el objeto de prevenir el riesgo de golpes y represamientos por eventuales palizadas de la corriente en crecientes máximas. En la **Figura 2-91**, se presenta el diseño tipo para cruces aéreos mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero.

En este tipo de cruce no se realiza intervención directa del cruce, Las obras incluyen el suministro de equipos, materiales, personal, energía, sistema de comunicación interna y todos los demás recursos necesarios para las labores de cimentación de las torres metálicas, cimentación de los cuerpos de anclaje, halado e instalación de las ligadas de tubería, sostenimiento y tensión de cuerdas de acero.

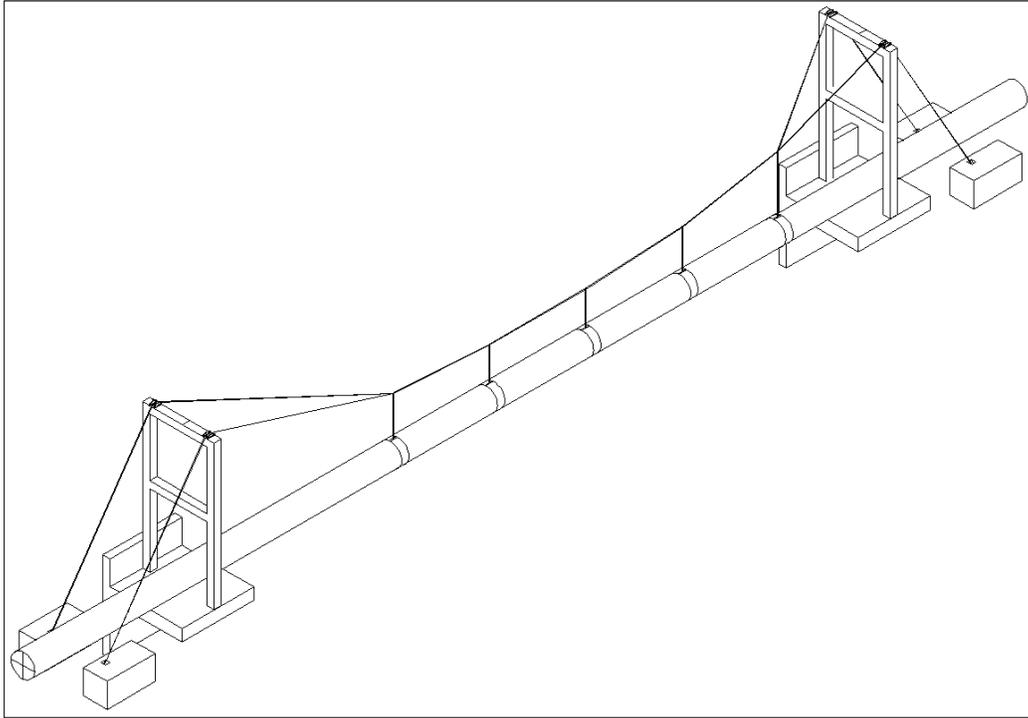


Figura 2-91 Esquema diseño tipo para cruces aéreos mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

➤ **Cruce subfluvial mediante Perforación Horizontal Dirigida (PHD)**

En los cruces de cuerpos de agua, también se contempla realizar el cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida PHD, el cual es un método dirigible, sin zanjas, para la instalación subterránea de tuberías en un arco, a lo largo de una trayectoria con un mínimo impacto sobre el área circundante.

Los equipos de perforación para este tipo de cruces son especializados y se seleccionan de acuerdo con las condiciones del sitio, el diámetro de la tubería y la longitud del cruce. Este último factor es el más importante, pues determina la capacidad de halado necesaria, y, por consiguiente, las características del equipo a utilizar.

Las máquinas se instalan en superficie, aunque en ocasiones se implantan en un foso. Las de superficie se desplazan mediante orugas. Durante el proceso pueden ser necesarias pequeñas excavaciones por fuera de los cauces para conectar los extremos de los tramos de tubería y manejo de lodos. Las máquinas emplazadas en fosos se usan normalmente para tramos cortos y rectos, con ligeras desviaciones. Esta circunstancia también restringe la longitud de la sarta de perforación.

Las máquinas PHD presentan dos características comunes, un soporte que empuja la sarta de perforación para la perforación piloto y luego tira de ella y del tubo durante el ensanchamiento y un motor que hace girar la sarta de perforación, junto con la cabeza de perforación o de ensanche. El empuje suele ser hidráulico, y la inclinación del soporte está

inclinada entre 10° y 20° respecto a la horizontal. Si la máquina se emplaza en un foso, la reacción necesaria la proporcionan las caras de la excavación. Las máquinas de superficie se anclan al suelo para su estabilización. En la **Figura 2-92**, se presenta el esquema tipo para cruce de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida.

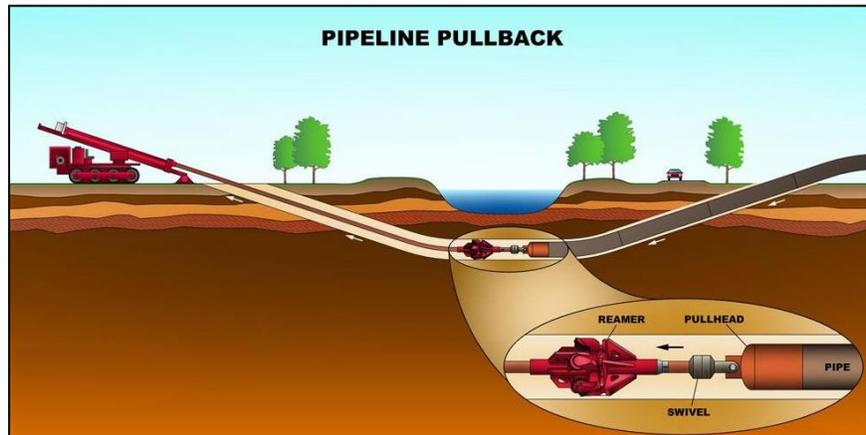


Figura 2-92 Cruce tipo de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida

Fuente: www.aples.net.

La instalación propiamente dicha de las tuberías se realiza en varias fases. Primero se perfora un taladro piloto; a continuación, se ensancha dicha perforación de forma concéntrica en sentido contrario al de la perforación piloto. En ese momento la máquina tira y la tubería se engancha al escariador para alojarla en su posición definitiva. En la **Figura 2-93**, se presenta los esquemas de las etapas de instalación de la tubería mediante el proceso de perforación horizontal dirigida.

La perforación piloto, constituye la siguiente fase del proceso tras el emplazamiento de la maquinaria. Se trata de perforar con un cabezal direccionable con un varillaje especial que admite cambios de orientación. Su diámetro dependerá de la maquinaria utilizada y está relacionada con el tamaño de las barras de perforación y de las brocas de perforación. Los aspectos más relevantes para considerar son las posibles obstrucciones y los radios de curvaturas. Un sistema de navegación guía la cabeza de perforación. Lo habitual es que el varillaje permita la entrada de lodos base agua, que pueden inyectarse a presión para mejorar la perforación. Los lodos arrastran el detritus hacia el exterior,

Tras la perforación piloto se realiza la operación de ensanche, normalmente en sentido inverso, tirando de un escariador. El agrandamiento puede hacerse de una vez o en fases sucesivas hasta alcanzar el diámetro necesario. Es habitual que el diámetro final sea el doble de la tubería a instalar. Un aspecto clave es el terreno y su estabilidad, pues va a condicionar el uso del ensanchador. Así, en terrenos blandos se emplean ensanchadores tipo flycutter o barriles, mientras que en terrenos duros o roca se necesitan ensanchadores especiales con protecciones de carburo de tungsteno. Existen escariadores cortadores, que corta trozos pequeños de material que se mezclan con el fluido de perforación; el escariador compactador, donde los recortes se compactan; y los mixtos, donde los recortes se compactan y se mueven.

Por último, la tubería se alinea y se fija justo detrás del ensanchador y se introduce, de una sola vez, en el interior de la perforación tirando de ella. Para facilitar la operación los lodos lubrican las paredes de la perforación para reducir el rozamiento. Cuando se recoge el varillaje, la instalación ya está terminada.

Las recomendaciones generales para la ejecución de PHD, pasarían por normalizar los métodos de trabajos para aumentar rendimientos y reducir costos, establecer sistemas de control que garanticen la seguridad y la calidad de los trabajos y establecer un sistema capaz de rechazar, corregir o aceptar las desviaciones que se puedan dar. Aunado el caso particular en este sitio de cruce compartido con otras tuberías implantadas también mediante cruces subfluviales.

Cabe señalar que la perforación dirigida no requiere de permiso de ocupación de cauce ya que el procedimiento de construcción de un túnel por debajo del lecho del cuerpo de agua evita la intervención directa del cauce y el flujo del agua. En la **Tabla 2-81**, se presenta el proceso constructivo.

El tiempo de ejecución de los cruces que sean requeridos serán evaluados dependiendo de las características y del diseño de cada uno: condiciones del sitio, el diámetro de la tubería y la longitud del cruce. En el **Anexo 16. Diseños- Especificaciones cruces dirigidos**, se presentan los requisitos mínimos técnicos establecidas por la empresa PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, para la ejecución de las actividades mínimas a desarrollar en las actividades de Cruces de Perforación Horizontal Dirigida-PHD.

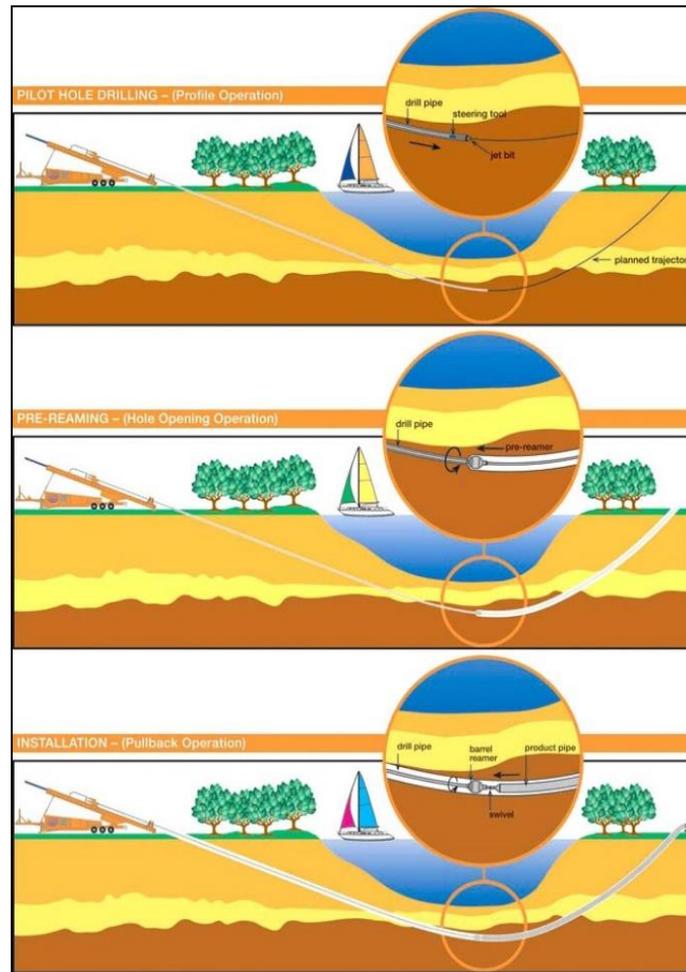


Figura 2-93 Etapas de instalación de tubería mediante perforación horizontal dirigida

Fuente: <http://tracksonhorizontaldrilling.com.au/directional-drilling-presents-top-solution/>

Tabla 2-81 Proceso constructivo de la Perforación Dirigida PHD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo Consiste en ubicar los lugares donde se dará inicio y fin a la perforación en ambos márgenes del cuerpo de agua, lejos del alcance de la corriente.
2	Excavación de zanjas Corresponde a la excavación de zanjas al inicio y al final del túnel, donde se ubicará el equipo de perforación y demás accesorios como la tubería.
3	Perforación del túnel guía Consiste en la perforación de un túnel piloto por la trayectoria seleccionada a partir de la zanja de inicio. Esta perforación se realiza mediante un equipo de perforación empleando brocas, tubería y se inyectan lodos a alta presión de forma similar al procedimiento de perforación de pozos petroleros. La profundidad, dirección y ángulo de perforación, son controlados desde la superficie mediante una sonda de medición que transmite la información mediante un cable conductor.
4	Ensanchamiento del túnel Mediante un accesorio del equipo de perforación se amplía el diámetro del túnel piloto con el objeto de facilitar la instalación de la tubería.
5	Preparación de la tubería Implica el proceso de soldar, radiografiar y llevar a cabo la prueba hidrostática del tramo de tubería que se instalará en un lugar fuera del curso

ÍTEM		DESCRIPCIÓN
		del agua. Posteriormente se realizará el revestimiento de la tubería en concreto o en el material que se defina en los diseños para cumplir la función de protección y/o lastrado
6	Instalación de la tubería	Comprende la ubicación de la tubería a instalar en la zanja de salida, donde es amarrada al accesorio que realiza el ensanchamiento del túnel. Posteriormente se introduce la tubería al tiempo que se retira la tubería de perforación.
7	Retiro de equipos	Consiste en el retiro del equipo de perforación y de los elementos empleados. Asimismo, contempla el relleno de zanjas de entrada y salida del túnel.
8	Actividades de limpieza y finalización	Se refiere a todas las actividades de retiro y limpieza de los materiales e insumos sobrantes de construcción y la restauración de las áreas intervenidas.

Fuente: PAREX, 2023.

- ✓ Sistemas para utilizar en el proceso

El procedimiento habitual es la perforación asistida con fluidos. En este caso, la cabeza se empuja por una sarta de perforación a través del terreno. El fluido se bombea por el interior de la tubería que forma la sarta de perforación y retorna por el espacio que existe entre la sarta y las paredes de la perforación, con el detritus correspondiente, por lo que debe reciclarse para volver a utilizarse.

El uso de lodos es frecuente, pues además de contener las paredes, permite el transporte del detritus en suspensión al exterior, además de la lubricación y refrigeración de la cabeza de corte. Asimismo, estabilizan la perforación piloto hasta que se inicia su ensanche. Los fluidos de perforación suelen ser mezclas de bentonita y agua, aunque hoy existe una tendencia creciente en el uso de polímeros.

Para realizar la perforación se ubica una (1) piscina de lodos y una (1) piscina de agua en el inicio y el fin de la perforación de forma que se tenga disponible el lodo y se de manejo y re-uso al lodo de retorno.

El lodo sobrante luego de finalizar la perforación y almacenado en la piscina es cargado y enviado a su disposición final en planta externa licenciada. El lodo almacenado en dichas piscinas será retirado por medio de diferentes técnicas para evitar el derrame de residuos o contingencias, tal como se describe a continuación:

- o Residuos líquidos, acuosos o poco viscosos
 - Uso de carro tanque de aproximadamente de 10 a 15 m3 con apoyo de bomba electro sumergible de succión que será puesta en la caja para que expulse el lodo líquido hacia dicho carro tanque, la electrobomba será monofásica y contará con ficha técnica para verificar su capacidad de funcionamiento,
 - Será retirado por volquetas o Vactor que será previamente sellada en la parte trasera y parte superior.

Todo lo anterior con el fin de evitar fugas y garantizar el cumplimiento de no derrames durante el transporte a su disposición final.

- o Residuos Semi-sólidos, Sólidos, Semiacuosos o poco viscosos:
 - Volqueta con apoyo de una excavadora, pajarita o equipo para movimiento de tierras; esto con el fin de evitar fugas y garantizar el cumplimiento de no derrames durante el transporte a su disposición final a un ente con certificación ambiental.
 - o El almacenamiento de los productos químicos: se tendrán en cuenta los requerimientos del PMA del proyecto específico. Se realizará por medio de carpa, polisombra, diques, estibas con su respectiva señalización con el fin de protegerlos de la lluvia y evitar afectación al suelo, de acuerdo con el procedimiento para el almacenamiento de productos químicos del cliente.
- ✓ Equipos, maquinaria e infraestructura requerida

Los equipos típicos principales para desarrollar una PHD y sus características se identifican en la **Tabla 2-82**. Cabe resaltar, que la empresa contratista es la encargada de definir los equipos necesarios para el desarrollo de las actividades, por lo que se puede presentar modificaciones dependiendo las necesidades del proyecto.

Tabla 2-82 Equipos, maquinaria e infraestructura requerida para PHD

ÍTEM	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Estación de topografía	Equipo de topografía
2	Perforadora horizontal (ladro perforador)	Seleccionan de acuerdo con las condiciones del sitio, el diámetro de la tubería y la longitud del cruce. Este último factor es el más importante, pues determina la capacidad de halado necesaria, y, por consiguiente, las características del equipo a utilizar
3	Sistema de tratamiento de fluidos de perforación	Equipo de mezclado y desarenado Reciclador de fluidos de perforación
4	Piscina de lodos y Piscina de Agua	Ubicadas en punto de inicio perforación y punto de salida, Cada piscina estará recubierta con geomembrana de alta resistencia y con dique perimetral
5	Retroexcavadora	Realizar excavaciones
6	Camión Grúa - Brazo articulado	Movimiento de la canasta de barras de perforación,
7	Sistema de detección y direccionamiento	Equipo que permite evaluar en tiempo real la inclinación, posición y profundidad de la perforación para garantizar el diseño establecido,
8	Equipos HSE	Incluye radio teléfonos Extintores Kit señalización

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Es importante señalar que la instalación de líneas de flujo mediante cruce subfluvial de Perforación Horizontal Dirigida-PHD para el proyecto, se realizará sobre el corredor máximo de intervención (DDV) solicitado de 15 m; por lo que no se requerirá la intervención de áreas

adicionales. Lo anterior, considerando la infraestructura, maquinaria y equipos serán ubicados en los frentes de trabajo de acuerdo con las necesidades de la operación.

➤ **Cruce subfluvial en zanja abierta, posterior bajado y tapado,**

Este tipo de cruces aplica para todas las corrientes menores, tributarias o principales con régimen de caudal estacional (activo únicamente en época de lluvias), con un ancho de cauce entre 2 y 10 metros, profundidades máximas de 3 metros, con poco desarrollo de vegetación riparia y márgenes relativamente estables.

El cruce se realiza mediante apertura de zanja y posterior bajado y tapado, el desplante de la tubería se realiza a una profundidad no menor de 2,20 metros por debajo del lecho actual de la corriente; una vez conformada la zanja e instalada la tubería de la línea de flujo, se procede a taparla con el mismo material de excavación y posteriormente se conforma una protección de cauce de sacos-suelo, con el fin de minimizar el proceso de socavación de fondo en el sitio del cruce. En la **Figura 2-94** se presenta el esquema tipo para cruce subfluvial en zanja, bajado y tapado.

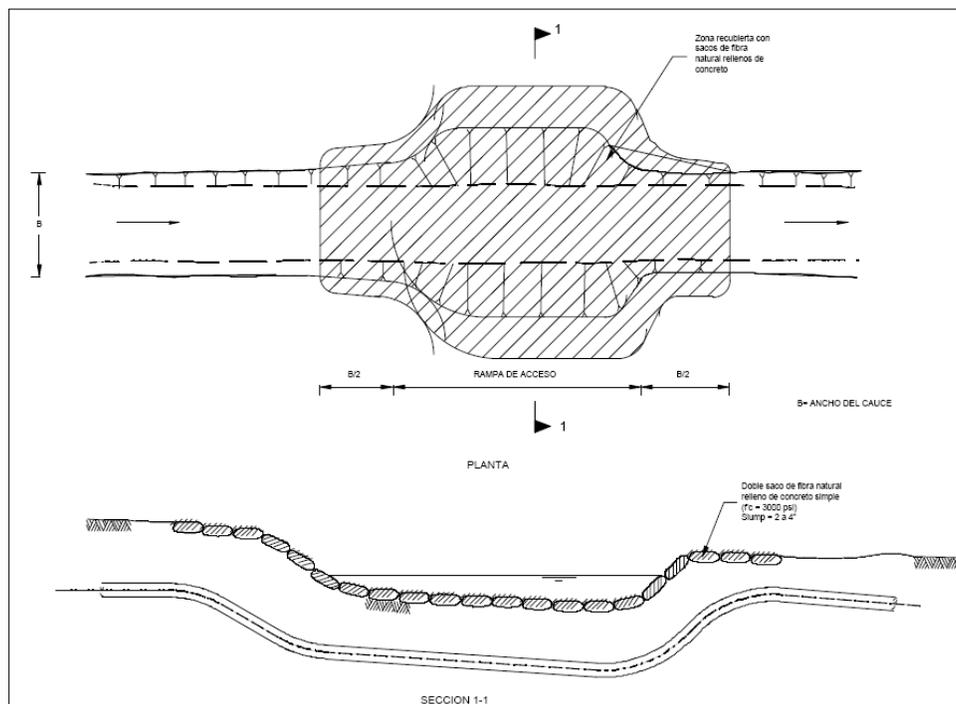


Figura 2-94 Esquema tipo cruce subfluvial en zanja, bajado y tapado, protección del lecho en saco-suelo de fibra natural

Fuente: Tomado de la Normas de Ingeniería de Oleoductos NIO-0903-CRUCES CON CORRIENTES de Ecopetrol, S. A.

➤ **Cruce subfluvial en cabeceras de drenaje**

Al igual que con cruce subfluvial en zanja abierta, este tipo de cruces se realiza mediante apertura de zanja y posterior bajado y tapado; sin embargo solo aplica para atravesar cabeceras de drenaje con régimen de caudal efímero, es decir; solamente están activas

en momento de precipitaciones; el desplante de la tubería se realiza a una profundidad no menor de 1,20 metros, por debajo de la superficie actual del terreno, siguiendo adecuadamente las medidas de anejo ambiental para el control de erosión y sedimentación aguas abajo del cruce. En la **Figura 2-95** se presenta el esquema tipo de cruce subfluvial en cabeceras de drenaje.

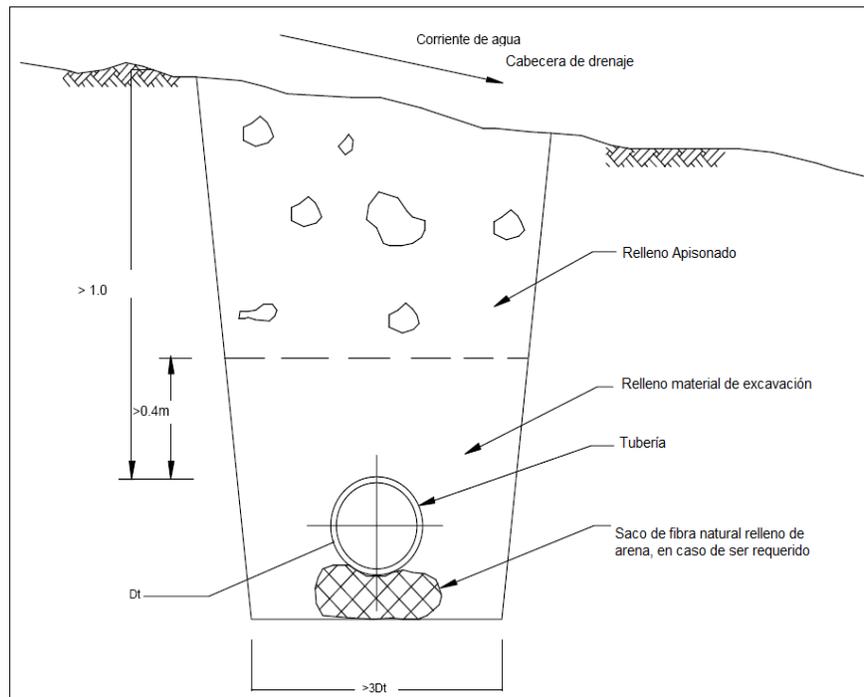


Figura 2-95 Esquema tipo de cruce subfluvial, en zanja, bajado y tapado. Cruce con cabeceras de drenaje

Fuente: Tomado de la Normas de Ingeniería de Oleoductos NIO-0903-CRUCES CON CORRIENTES de Ecopetrol, S. A.

2.2.3.5.3.2 Cruces de vías

➤ Cruce de vías principales

Los cruces con vías principales se deberán realizar por el método de Perforación Horizontal Dirigida (PHD). De ser necesario, se deberán realizar las excavaciones en cada extremo del cruce, para maniobrar los equipos de perforación a utilizar, a no menos de dos (2) metros después del punto de intersección de la proyección de la inclinación de la pata del talud con la línea horizontal que se forma con la tubería, teniendo en cuenta la profundidad de instalación de ésta, lo anterior con el fin de prevenir daños en la estructura del terraplén de la vía.

Se deberá tener en cuenta que, si se tienen líneas en operación existentes que vayan paralelas a la vía a cruzar y éstas quedan ubicadas dentro de la longitud del cruce de dicha vía, se deberán extremar los cuidados durante la instalación de la tubería con el fin de prevenir daños en estas líneas en operación.

Deberá tenerse en cuenta para la ejecución de los trabajos las especificaciones técnicas y de seguridad de la vía y/o línea férrea exigidas por la entidad encargada del mantenimiento y operación de la vía para la realización de este tipo de labores, además de las indicadas en estas especificaciones.

Se deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción y será responsable de mantener la vía transitable todo el tiempo. Los trabajos deberán efectuarse en tal forma, que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de las vías afectadas.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible u otros modos de transporte, se deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas.

Se deberá proteger el pavimento en los puntos de apoyo de la retroexcavadora o cualquier otra maquinaria pesada en caso de que se utilicen. Se prohíbe el tránsito del equipo pesado con oruga por la vía sin las protecciones debidas. El pavimento que sufra daño a causa de procedimientos inadecuados durante la instalación de la tubería deberá ser reconstruido.

Durante la instalación de la tubería en el cruce, deberán prevenirse flexiones excesivas o esfuerzos de torsión y deberá evitarse que la tubería gire, se utilizarán bandas anchas de material suave para manejar la tubería revestida, con el fin de prevenir daños en el revestimiento. La reconstrucción de las obras se hará conservando las líneas de acotamiento y dimensiones iguales a las encontradas antes de la ejecución de los trabajos de instalación de la tubería,

Se deberá realizar la reconstrucción de las estructuras del pavimento existente y las obras de arte que resulten deterioradas durante la construcción de los cruces de vía, tales como: Cunetas, alcantarillas, andenes, bordillos, taludes protegidos con enrocados, etc., y en general cualquier otro tipo de estructura que pueda haberse afectado a causa de las obras realizadas, las cuales serán reparadas tal y como se encontraban antes de la iniciación de los trabajos, empleando materiales de buena calidad, iguales o superiores a los encontrados.

➤ **Cruce de vías secundarias**

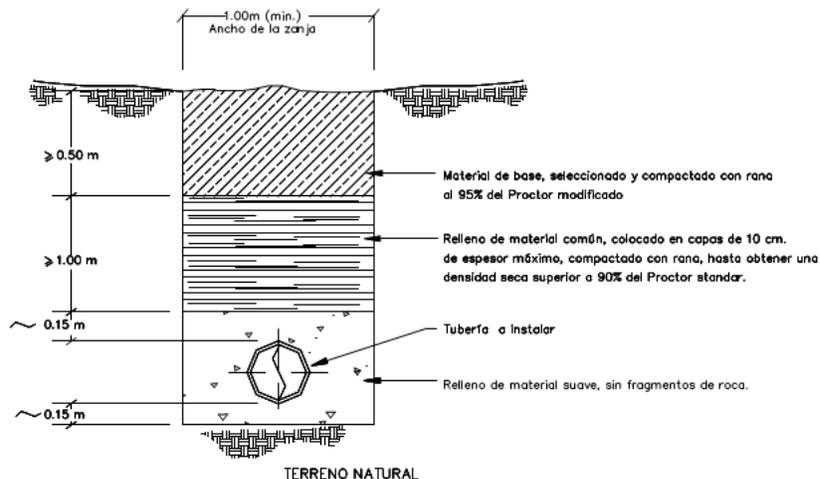
Para este tipo de cruces se deberá emplear tubería de diámetro y espesor señalados en los diseños y la profundidad mínima de instalación de la tubería en el cruce será de 1,80 metros, medidos desde la cota de la pata del terraplén hasta la cota clave del tubo. Es pertinente mencionar que estos cruces no serán encamisados,

La excavación de los cruces de carretera secundaria se deberá realizar por el método de apertura de zanja a cielo abierto. Se deberán suministrar e instalar los elementos necesarios para habilitar un carril de la vía de tal forma que no se vea interrumpido el tráfico, teniendo en cuenta las especificaciones de señalización.

La longitud para los cruces de carreteras secundarias deberá ser igual al ancho entre las patas del terraplén del afirmado, en caso de que se tenga, más dos (2) metros a cada lado del talud. Para los cruces respectivos la tubería deberá instalarse recta.

Una vez concluida la instalación de la tubería, se deberá restablecer la estructura de la vía a las condiciones iniciales, para lo cual se deberá utilizar el mismo material producto de la excavación o uno similar, pero no inferior al encontrado, que cumpla con las características exigidas para la reconfirmación de las capas de sub-rasante, sub-base, base y afirmado, con iguales o mejores características físico-mecánicas (gradación, porcentaje de finos, humedad, etc.) del encontrado.

La compactación de las bases granulares se deberá realizar en los espesores y densidades indicados en la **Figura 2-96**, Se deberán realizar por lo menos tres (3) ensayos de densidad en cada una de las capas que conforman la estructura de las carreteras secundarias.



PERFIL 1

Figura 2-96 Especificaciones generales para zanja en cruce de carreteras secundarias

Fuente: PAREX, 2023.

Se mantendrán disponible donde se requiera vías alternas para la circulación del tráfico vehicular, de igual forma sobre la zanja abierta, se deberá proporcionar las estructuras que permitan el paso de vehículos, propietarios, equipos y animales. No se podrá impedir u obstaculizar el tránsito vehicular por estas carreteras en forma permanente.

El área de la carretera secundaria que sufra daño a causa de procedimientos de corte inadecuado deberá reconstruirse.

En la excavación se deberá obtener bordes verticales bien definidos, sus caras longitudinales y transversales deberán ser paralelas y perpendiculares al eje de la vía, respectivamente; su fondo deberá ser plano, uniforme y firme.

En este tipo de cruces, la actividad de zanjado, bajado, tapado y reconfiguración del área, se procurará realizar en un solo día, y no se permitirá que permanezca una zanja abierta por un tiempo superior al desarrollo típico de la actividad. En caso de requerirse el cierre temporal de una vía, el contratista deberá:

- o Informar oportunamente a la comunidad previo al inicio de la actividad, acerca de su cierre temporal, indicando la duración aproximada de la obra y los horarios de cierre.
- o Informar a la autoridad municipal correspondiente acerca de las actividades previstas.
- o Habilitar diariamente un horario diurno para el paso temporal de los vehículos.
- o Se verificará, constantemente, que las cunetas (en caso de registrarse) de las vías atravesadas se encuentren libres de material sedimentable y en condiciones similares o mejores a como se encontraron.
- o Antes de la intervención de infraestructura vial, se efectuará un registro fotográfico y/o fílmico previo al inicio de obras, para efectos de constatar la entrega de la obra en iguales o mejores condiciones al término de esta.

➤ Cruce de vías terciarias

Para los cruces con vías terciarias, la tubería se deberá instalar a mínimo uno con cincuenta metros (1,50) de profundidad, medida desde la cota del terreno del camino hasta la cota clave del tubo. Los cruces de caminos se realizarán tal como se indica en la **Figura 2-97**, teniendo en cuenta que la instalación de la tubería debe realizarse de forma recta.

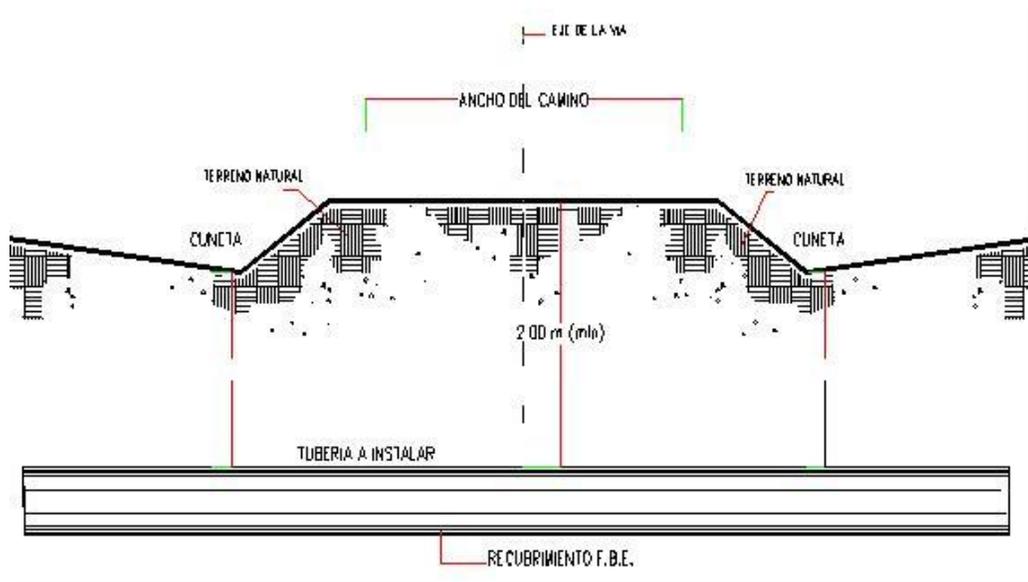


Figura 2-97 Especificaciones para cruce de vías terciarias

Fuente: PAREX, 2023.

La excavación de los cruces de caminos se debe realizar por el método de zanja a cielo abierto, Los trabajos deberán efectuarse de tal forma, que produzcan la menor molestia

posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de las vías afectadas, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción,

Durante la ejecución de los trabajos de construcción de los cruces de camino, se deberá proveer todos los medios de señalización y ordenamiento del tránsito que sean necesarios para garantizar la circulación segura del tránsito automotor,

Una vez concluida la instalación de la tubería, se reconstruirá el camino a las condiciones iniciales, para lo cual se deberá utilizar el mismo material producto de la excavación o uno similar, con iguales o mejores características del encontrado,

2.2.3.5.3.3 Cruces con ductos existentes

Antes de iniciar con las actividades constructivas, se debe realizar la localización exacta del eje de las tuberías a cruzar, por medio del uso de equipos detectores de metales o apiques, estos permitirán determinar con exactitud la zona de cruce.

En caso de que se efectúen apiques para la localización de las tuberías existentes, las dimensiones de éstos serán los necesarios para la correcta localización de dichas tuberías y una vez verificada la ubicación se deberá tapar la excavación, dejando el terreno en las mismas o mejores condiciones en las cuales fue encontrado.

Para cada uno de los cruces de las líneas de flujo con ductos existentes, la tubería siempre se deberá instalar por debajo de los otros ductos encontrados. Estos trabajos se realizarán a cielo abierto, siguiendo como lineamientos básicos las indicaciones contenidas en la **Figura 2-98**.

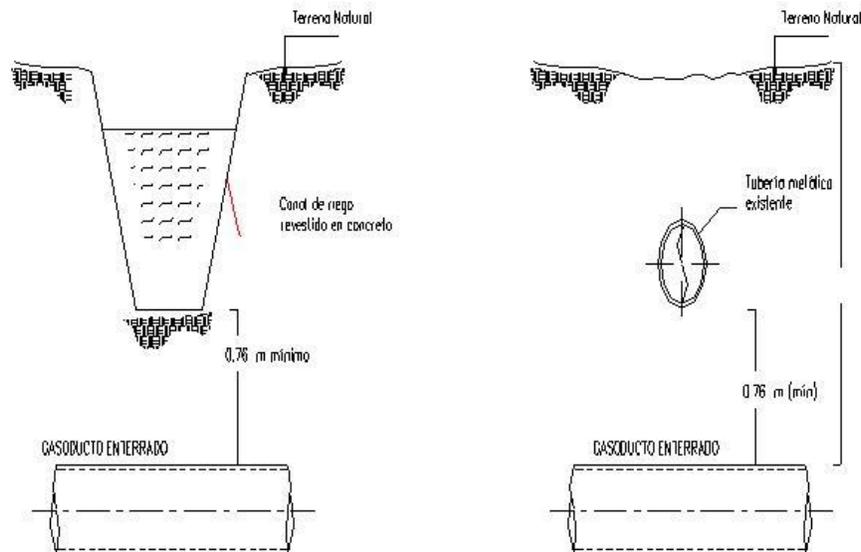


Figura 2-98 Especificaciones generales para el cruce con ductos existentes,

Fuente: PAREX, 2023.

Todas las obras de protección geotécnicas o ambientales pertenecientes a las líneas en operación, la señalización, el revestimiento de protección y cualquier tipo de estructura de soporte de estas tuberías que sufran daños, que sea necesario retirar o que se deterioren con el paso de los equipos, deberán restaurarse por completo con materiales iguales o superiores a los encontrados.

Las soldaduras de las juntas serán radiografiadas el cien por ciento y deberán ser revestidas, inspeccionadas y reparadas antes del bajado de la tubería.

Se deberá instalar barricadas, señales, letreros, linternas, señaladores y cualquier medida protectora que permita mantener el tráfico y salvaguardar el público durante el tiempo de la construcción de los cruces, esta señalización deberá cumplir con los requerimientos exigidos por las autoridades o entidades encargadas. Una vez finalizados los trabajos de instalación de la tubería en el cruce correspondiente se deberá restablecer a su condición original. Es pertinente mencionar que la re-conformación del terreno se deberá realizar con el mismo material proveniente de la excavación.

Se destaca que para el Área de Desarrollo VSM-37 y su área de influencia a la fecha de realización del estudio no se registra la presencia de ductos, no obstante, el desarrollo de proyectos de este tipo se puede presentar a futuro, razón por la cual se describe esta alternativa de cruce.

2.2.3.5.3.4 Cruces con oleoductos y gasoductos

La conexión a oleoductos o gasoductos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto; así como la transferencia y recepción de los fluidos de producción (emulsión, agua tratada o sin tratar, gas y/o crudo) para su respectivo tratamiento y/o comercialización con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos y que cuenten con la capacidad en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales se realizará de la siguiente forma:

➤ **Actividades preliminares**

Para realizar la conexión de líneas de flujo a oleoductos o gasoductos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto se debe asegurar:

1. Replanteo y localización topográfica del punto a intervenir donde se instalará la conexión en común acuerdo con la empresa operadora del oleoducto o gasoducto, Si se advierte alguna interferencia o incompatibilidad con respecto a alguna norma o especificación técnica el punto será reubicado.
2. Prueba hidrostática a válvulas.
3. Retiro de aislamiento térmico.
4. Limpieza a tubería para la medición de espesores.
5. Medición de espesores a la tubería donde se va a llevar a cabo lo conexión.
6. Traslado de materiales y herramientas al sitio (andamios, tee split, válvula, andamios, tapping machine entre otros).
7. Armado y certificación de andamios.
8. Validación de la documentación de los equipos y de la empresa aliada que ejecutará la actividad (a cargo de calidad Obs y gestorías).

9. Revisión preoperacional de los equipos a utilizar en la actividad.

➤ **Soldadura de SPLIT TEE**

El procedimiento para soldar es el siguiente:

1. Se posiciona, aterriza y se presenta el equipo de izaje.
2. Se procede a realizar el montaje de la Split Tee sobre la tubería, verificando sus respectivos niveles, según su orientación requerida para poder iniciar con la soldadura.
3. Se instala backing para realizar las soldaduras longitudinales que irán a las 12:00 y a las 06:00 sentido horario.
4. Antes de iniciar la aplicación de soldadura se debe realizar el respectivo precalentamiento a 100°C con antorcha de gas propano, tanto para las juntas longitudinales como circunferenciales.
5. Verificada la alineación y la luz (gap) entre la subtruncal existente y la Split Tee especificado por el WPS y los niveles, se procede a soldar con el WPS calificado.
6. El proceso de soldadura lo deben realizar soldadores calificados bajo el Apéndice B del Código API 1104, La soldadura se debe aplicar mínimo con dos (2) soldadores, uno por cada lado, aplicarán puntos de aproximadamente dos (2) pulgadas en las puntas y en el centro de la junta longitudinal, luego iniciarán la junta longitudinal en sentido contrario, uno de izquierda a derecha y el otro de derecha a izquierda, hasta completar totalmente la junta.
7. Cuando hayan terminado la junta longitudinal, Inician las juntas circunferenciales, iniciando y completando la totalidad de la primera junta circunferencial, y después inician y terminan totalmente la segunda junta circunferencial.
8. La inspección la debe realizar un técnico nivel II con certificación vigente, Los equipos deben contar con los certificados de calibración vigente.

Las soldaduras circunferenciales y longitudinales deben ser inspeccionadas visualmente y con Partículas Magnéticas, tanto al pase raíz como a la presentación. Adicionalmente las soldaduras longitudinales se deben inspeccionar por ultrasonido para verificar defectos volumétricos, Y se deben llevar los registros a que haya lugar.

El tamaño de las juntas de filete debe ser como mínimo igual al espesor del cabezal y como máximo dos veces el espesor de éste.

➤ **Instalación de válvula y tapping machine**

Una vez realizado el procedimiento de soldadura de la Split Tee, se procederá a instalar los equipos para la actividad. Seleccionar la broca y/o cortador adecuado teniendo en cuenta el diámetro interno de la válvula de bola que se va a instalar.

1. Izaje de válvula
2. Alineación e instalación de empaques (entre válvula y Tee Split kit de aislamiento y entre válvula de bola y Tapping Machine espirometalico) y espárragos y torque de acuerdo con el procedimiento de torqueo.
3. Revisar el avance de la broca guía del Tapping Machine para garantizar que no vaya a golpear o rayar la bola de la válvula en posición cerrada.

4. Verificación de distancia de avance entre la parte superior de la válvula y la pared superior de la tubería.
5. Toma de la longitud de avance incluido el espesor de pared de la tubería principal para proyectar el avance de corte.
6. Instalación del adaptador del taladro y centrado de broca piloto y cortador.
7. Ajuste del adaptador, broca y cortador.
8. Con apoyo del equipo de izaje se procede al descargue y ubicación de la Tapping Machine para ser colocada en la facilidad donde se realizará la perforación en caliente.
9. Alineación e instalación de empaque y espárragos.
10. Torqueo de espárragos de acuerdo con Procedimiento de torque.
11. Con ayuda del equipo de izaje se desmonta la unidad de poder de la Tapping Machine y se ubica en un lugar donde no interfiera con la maniobra.
12. Se descarga el cilindro de nitrógeno, el cual se utiliza para la prueba de hermeticidad.
13. Instalación de la manguera entre el cilindro de nitrógeno y la máquina para realizar la prueba de hermeticidad entre la Tapping Machine - Válvula - Split Tee.
14. Abrir la válvula instalada.
15. Verificar y ajustar los acoples de la manguera, proceder a realizar la prueba.
16. La prueba de hermeticidad del conjunto se realizará por un tiempo de quince (15) minutos, y la presión no debe superar el 10% de la presión de trabajo de la tubería a intervenir esta prueba se dará por aceptada si no hay presencia de fugas en el conjunto Split Tee – Válvula – Tapping Machine, en caso de presentarse fugas se deberán corregir y reiniciar la prueba de hermeticidad hasta garantizar la ausencia de fugas, La prueba de hermeticidad se realizará a 176 psi aproximadamente.

➤ **Hot Tap y Desmontaje de Tapping Machine**

Una vez aceptada la prueba de hermeticidad se procede a:

1. Soltar los acoples y retirar manguera utilizada en la prueba de hermeticidad.
2. Conectar mangueras de acople de la unidad de poder y la Tapping Machine.
3. Se hace una marca de referencia a la varilla de la máquina con la distancia que debe recorrer hasta la perforación.
4. Se hace un avance manual del Boring bar, dejando una distancia mínima requerida antes de comenzar la perforación.
5. Se enciende la unidad de poder y se sitúa la máquina en modo automático para perforar.
6. El operador se encarga de verificar los avances de corte del boring bar, revisando la marca hecha en la varilla.
7. Cuando se llega a la marca hecha en la varilla se apaga el automático de la máquina y se da avance manual para verificar la terminación de la perforación.
8. Después de verificar manualmente la perforación, se retrae el boring bar por completo con el cupón cortado, hasta que se encuentre el cortador y la broca en el adaptador,
9. Se cierra la válvula de bola.
10. Se sostiene un balde plástico en la válvula de desfogue del adaptador.
11. Se procede abrir la válvula de desfogue con cuidado para extraer el producto contenido entre la válvula de bola y la Tapping Machine, este paso se repite hasta que el venteo no siga expulsando fluido.

12. Se abre la válvula de desfogue hasta que todo el remanente haya salido.
13. Se retiran las mangueras conectadas entre la unidad de poder y la Tapping Machine,
14. Enganchar la Tapping Machine con el equipo de izaje para ser retirada.
15. Soltar los espárragos para liberar la Tapping Machine de la válvula de bola.
16. Con apoyo del equipo de izaje se desmontará la Tapping Machine y se ubicará de tal forma que se pueda retirar el cupón (se marca con la información asociada al tie in 001) y las herramientas de corte.
17. En caso de no poder realizar las conexiones respectivas el mismo día del Hot Tap, se instala una brida ciega con su respectivo empaque y procedimiento de torque sobre la válvula de bola con apoyo del equipo de izaje.
18. Desarme de andamios.
19. Orden y aseo.

➤ **Instalación de Brida Ciega sobre la Válvula de Corte del Hot Tap**

1. Después de desmontar el equipo se debe instalar una brida ciega para asegurar que no habrá derrames por operación indebida de la válvula.
2. La brida ciega se debe aplicar el torque, de acuerdo con el procedimiento que aplique según el ANSI.
3. Esta brida será removida en el momento que la cuadrilla de montaje requiera realizar el acople de la nueva facilidad.
4. Como el izaje de los elementos a instalar se realizará sobre líneas en operación, la maniobra es catalogada como crítica y será dirigida por un supervisor de izajes certificado

2.2.3.5.3.5 Cruces con líneas de transmisión eléctrica

Antes de iniciar la actividad se debe realizar la reunión de inicio de obra donde se da a conocer el procedimiento a seguir, normas de seguridad y análisis de riesgo del trabajo cerca de líneas de transmisión eléctrica a todo el personal involucrado. Posteriormente, se realiza la señalización respectiva del cruce y del área a intervenir y se verifica la existencia de las líneas aéreas y su altura respecto a la horizontal,

Las líneas de flujo que se proyecten paralelas o adyacentes a líneas de alta tensión no deben estar a menos de 20 m, cuando sea posible. Esto con el fin de evitar las corrientes inducidas que se puedan generar por la interacción de las dos infraestructuras.

Luego del tapado con el material proveniente de la excavación, se deberá instalar cinta de señalización y prevención a lo largo de la línea de flujo, a treinta (30) centímetros por debajo de la cota rasante del terreno y sobre el eje de tubería con la leyenda de protección hacia arriba.

Finalmente, se deberá verificar la necesidad de ejecutar obras geotécnicas definitivas en el área de intercesión de los 2 derechos de vía según las actividades de construcción de líneas de flujo.

Debido a la mínima pendiente que se tiene para las zonas del cruce y ya que la escorrentía superficial presenta una energía muy baja, se establecerán, si es necesario, obras de

geotecnia definitiva para garantizar que el flujo de escorrentía no se desplace por fuera del Derecho de Vía. Estas obras pueden ser canales laterales y contracorrientes tipo I en sacos de suelo cemento, con el objetivo de conducir las aguas a los puntos adecuados para que no generen procesos erosivos tanto al Derecho de vía como a terceros.

2.2.3.5.4 Métodos constructivos

En términos generales, el proceso constructivo previsto para las líneas de flujo estará representados por la ejecución de un realinderamiento mediante rectificación topográfica, seguido de la adecuación del terreno en donde se ubicará la línea de flujo.

Una vez se ha delimitado y se ha señalado el derecho de vía mediante estancamiento, se procederá al tendido, doblado, pegado de tubería y realización de las pruebas hidrostáticas o neumáticas, que será el procedimiento que someterá la línea a una presión superior a su presión de operación y garantizará la calidad del trabajo y la seguridad de la operación y puesta en marcha del sistema. A continuación, se establecen los métodos constructivos de las líneas de flujo para el proyecto.

2.2.3.5.4.1 Etapa de Diseño

En esta etapa se adelantarán los estudios previos para establecer la ingeniería de detalle en la construcción e instalación de las líneas de flujo y se realizará el reconocimiento de campo para definir el trazado del corredor adecuado, tanto técnico como ambiental.

Durante el diseño detallado de las líneas, se elaborará la topografía del eje del corredor y se instalarán mojones de referencia con los cuales en el momento de la construcción se realizará el replanteo y localización del trazado. Dentro de las actividades propias de esta etapa se consideran:

- ✓ Reconocimiento geotécnico de la totalidad del corredor con el fin de identificar problemas de estabilidad, sectores con procesos erosivos, tipo de materiales y definición de la localización y tipo de obras de geotecnia preliminar y definitiva necesarias durante y después de la construcción.
- ✓ Identificación de los cruces de corrientes que el corredor debe intervenir, identificando el ancho, el tipo de materiales intervenidos, la vegetación existente en las márgenes, la profundidad del cauce, entre otras características; con el fin de establecer el tipo de manejo del cruce durante la construcción.
- ✓ Detección, identificación y marcación del eje de la tubería.
- ✓ Definición y marcación del eje del derecho de vía, el cual se realiza mediante el reconocimiento de campo del área de donde resulta la definición del corredor. La señalización se realizará con marcas de color blanco y naranja colocadas en postes de cercas, piedras y elementos de fácil reconocimiento en campo.
- ✓ Identificación de los propietarios de los predios, la cual se realizará como parte de la topografía del eje del corredor, donde se localizarán las diferentes cercas que delimitarán los predios del área.

2.2.3.5.4.2 Negociación del Derecho de vía

Para la instalación de las líneas de flujo es necesario legalizar las áreas necesarias para la construcción, mantenimiento y operación de este, mediante la constitución de negociación con los dueños de los predios. Para ello se realizará una gestión de tierras con anticipación al inicio de la construcción, realizando la negociación con cada uno de los propietarios de los predios para el paso de la línea por sus terrenos y establecer la correspondiente servidumbre en la escritura del terreno, lo cual permitirá construir, mantener, inspeccionar, operar, reemplazar, reparar, proteger, cambiar y remover el ducto; así como el derecho a ingresar y salir de la tierra. La constitución de servidumbre conlleva las siguientes etapas:

- ✓ **Permiso predial:** Documento escrito que de manera expresa le comunica al propietario el propósito de PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, de realizar un proyecto específico en su predio, para lo cual se solicita el permiso de ingreso a su propiedad, garantizando la indemnización y reconocimiento por la servidumbre, daños y perjuicios, de manera equitativa y justa, sobre las áreas que van a ser intervenidas.
- ✓ **Predicación:** Procedimiento de mensura de las áreas de corredor a intervenir o comúnmente denominado derecho de vía, alinderamiento del mismo y levantamiento del inventario de la cobertura vegetal, mejoras o usos sobre el mismo. A la fecha de la prediación se debe contar con el acompañamiento del propietario o de un representante de este. Con la información predial se llevará a cabo la ficha predial que hace parte integral de los documentos que legalizan las áreas del derecho de vía.
- ✓ **Constitución de Servidumbre:** Una vez adelantada la negociación conforme con los criterios de ejecución del proyecto, se suscribe el contrato de promesa de servidumbre, documento en el cual queda definida la obra, las condiciones de uso, los pagos y demás términos que garanticen la seguridad del derecho de vía. Esta promesa de servidumbre se elevará a escritura pública y su gravamen inscrito en la oficina de registro de instrumentos públicos de su jurisdicción, donde conste los derechos que adquiere la compañía.
- ✓ **Entrega del derecho de vía al contratista:** Mediante acta de entrega al contratista, se relaciona los predios que atraviesa el derecho de vía adquirido, para que este se haga cargo durante la construcción. Una vez finalizada la construcción y restauración final del derecho de vía, el contratista hará entrega del corredor a PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, con los respectivos paz y salvos de cada uno de los propietarios.

En las vías públicas, se deberá realizar el trámite del respectivo permiso con el administrador de la vía.

2.2.3.5.4.3 Replanteo topográfico y localización

Esta labor se refiere a la demarcación del ancho del corredor preliminar a la intervención del terreno, y a la señalización del eje de la tubería y puntos de interés (vías y cruces de corrientes de agua y líneas eléctricas), basados en los planos de diseño y en los mapas topográficos.

Durante el desarrollo de la localización y replanteo del área a intervenir se desarrollarán las siguientes actividades:

- ✓ Reconocimiento detallado del trazado de la línea
- ✓ Identificar los límites del derecho de vía con estacas y jalones para mantener la referencia durante la construcción y evitar salirse del trazado a terrenos no autorizados
- ✓ Identificar la presencia de líneas de proceso y eléctricas en operación
- ✓ Demarcar los sitios de acopio de tubería antes de su transporte
- ✓ Señalizar los accesos al derecho de vía
- ✓ Delimitar las áreas sensibles (bosques, puntos de agua, bocatomas, etc.) que los estudios ambientales determinen proteger, para evitar que puedan verse afectados por la construcción del proyecto

2.2.3.5.4.4 Preventiva Geotecnia

Una vez demarcado el corredor, se plantearán las obras de geotecnia necesarias para la adecuación del derecho de vía, como en los sitios de cruce de corrientes de agua; las obras servirán para retener los materiales provenientes de la apertura y conformación de este, necesario para la movilización de maquinaria y equipo y obras inherentes a la instalación de las tuberías.

Las obras de geotecnia preliminar serán, entre otras, trinchos en madera y alcantarillas provisionales para el paso de maquinaria a través de los drenajes. La función de estas obras es evitar la afectación de corrientes de agua y suelos.

2.2.3.5.4.5 Movilización y desmovilización de equipos

El traslado de personal y maquinaria al área de interés es una actividad que se desarrollará de manera constante. Por tal razón, el personal de obra será movilizado en vehículos apropiados, de acuerdo con el número de trabajadores.

Para la movilización y desmovilización la maquinaria, equipos, herramientas, materiales y accesorios necesarios se utilizarán tractomulas y cama-bajas, los cuales deberán cumplir con los requerimientos de seguridad y los lineamientos de PAREX, de acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), En cuanto al descargue de los mismos, se utilizarán equipos como retroexcavadoras, sideboom o grúas, adecuados para tal fin, Se considerarán dentro de esta actividad como mínimo los siguientes aspectos

- ✓ Previo a comenzar la movilización, se realizará una inspección de las vías a utilizar, así como de sus puentes, alcantarillas, cunetas, líneas eléctricas, etc., dejando constancia sobre el estado de estas a las autoridades correspondientes y evaluando el efecto que pueda tener el tránsito para fines del proyecto sobre las mismas.
- ✓ Elaboración de un plan de uso de las vías que va a ocupar.
- ✓ Evitar en lo posible daños en los sitios por donde pasen los equipos de transporte.
- ✓ Hacer uso de las medidas de control necesarias para minimizar la ocurrencia de accidentes durante el transporte que afecten el entorno o los elementos transportados.

2.2.3.5.4.6 Señalización temporal

Consiste en la señalización de seguridad industrial y de tipo ambiental que se requiera en las diferentes áreas de trabajo y en los sitios de interés ambiental. En general, la señalización implementada brindará la información necesaria para proteger el personal de la obra, de la zona y el medio ambiente.

2.2.3.5.4.7 Desmante y descapote

El desmante consiste en despejar del área del derecho de vía, todo el material vegetal que se localicen dentro de esta franja, previamente presentado el inventario al 100% en los Planes de Manejo Ambiental específicos. Una vez retirada la capa vegetal se dispondrá a un lado del derecho de vía, de tal forma que se evite la mezcla con material producto de la excavación de la zanja.

Las labores de desmante y descapote se restringirán al ancho del corredor, con las debidas restricciones planteadas en el diseño, referentes principalmente a las zonas donde el corredor ocupará filos angostos con laderas de fuerte pendiente en alguno de sus costados. En estos sectores será necesario proteger la vegetación de las zonas de mayores pendientes y preferiblemente realizar la apertura del corredor sobre el costado donde la pendiente es menor.

2.2.3.5.4.8 Apertura de zanja

Para los cruces con vías existentes se debe enterrar la tubería, para lo cual se realiza la labor de apertura de zanja, cual se conformará uniformemente, quedando libre de rocas sueltas, gravas, raíces y materiales extraños que puedan dañar la tubería o su revestimiento.

En ningún momento, durante el desarrollo de los trabajos se mantendrá una zanja abierta por más de dos (2) kilómetros, La profundidad de la excavación debe ser como mínimo de 1,20 m medido hasta la cota superior del tubo y un ancho de dos veces y medio el diámetro de la tubería, independiente de la clase o condición del terreno. De acuerdo con lo mencionado anteriormente para una tubería de máximo 12 pulgadas los movimientos de tierra serán del orden de 0,91 m³ por metro lineal de tubería instalada.

Se deberá acordonar al lado de la zanja todo el material producto de la excavación, evitando que se mezcle con la capa vegetal retirada durante la apertura del derecho de vía, dándole el manejo necesario, como el tapado de este con plástico o manto impermeable, para evitar el lavado por escorrentía.

2.2.3.5.4.9 Tendido de Tubería

Una vez finalizadas las actividades de construcción del derecho de vía y de la instalación de los soportes, se procede con el transporte y manejo de la tubería y marcos H hasta los sitios de almacenamientos principales y secundarios, previamente aprobados por PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, desde donde posteriormente se realizará la distribución a los diferentes frentes de trabajo.

El transporte se realizará de forma adecuada. En los sitios donde no existe espacio suficiente para el manejo de la tubería sobre el área de trabajo, ésta se almacenará en lugares cercanos, para proceder a su alistamiento y transporte a medida que se encuentre preparada la zanja para su instalación. Las tuberías estarán dispuestas de tal manera que permita la circulación de vehículos y maquinaria de la obra.

El tendido se realiza sobre sacos de fique o de polipropileno rellenos de suelo y soportes de madera como estibas, evitando daños y abolladuras en los tubos; luego se coloca la tubería sobre soportes metálicos llamados marcos H, en caso de que se construya de forma aérea, o sobre sacos rellenos de suelo o sobre el terreno natural, en caso de que se construya enterrada.

2.2.3.5.4.10 Doblado, alineación y soldadura

El doblado consiste en ajustar la tubería a los radios de curvatura establecidos en los diseños, mediante el uso de una máquina dobladora y bajos las normas vigentes de doblado en frío; este debe hacerse garantizando que no se presenten fenómenos de adelgazamiento, alargamiento o arrugamiento indebido de los tubos, ni daños en el revestimiento de la tubería. El proceso de doblado de la tubería se realiza en frío, mediante el empleo de una máquina dobladora con capacidad de impacto apropiada a la clase y resistencia de tuberías. El procedimiento de doblado evitara arrugamientos o deformaciones que afecten los espesores requeridos.

Una vez finalizado el doblado, se realiza la inspección, reparación y limpieza de los extremos de la tubería continuando con la alineación de esta; para lo cual se utilizarán grapas alineadoras externas o dispositivos interiores, y herramientas que faciliten la separación adecuada para iniciar con la soldadura de los tubos.

La operación de soldadura se realiza siguiendo un procedimiento previamente aprobado y probado, donde se garantiza que las propiedades físicas y químicas de esta cumplan con los requisitos especificados y estén de acuerdo con las características del material base.

Para iniciar la soldadura, el bisel y su zona adyacente deben encontrarse dentro de las tolerancias indicadas y libres de cualquier material extraño (grasa, pintura, óxido, polvo, etc.). La limpieza se realizará con sistemas mecánicos (como grata circular, etc.), y las imperfecciones deben repararse por métodos abrasivos mecánicos. Una vez realizadas las actividades de limpieza y corrección de imperfecciones se está en condiciones para realizar la soldadura.

Simultáneamente se realiza una inspección visual del cordón de soldadura para verificar el grado de penetración y acabado de la misma. Así mismo, se realiza una inspección mediante prueba radiográfica o de ultrasonido con equipo portátil.

Se efectuará control radiográfico o por ultrasonido del 30% de las pegas soldadas en línea regular, en tanto que en el cruce de corrientes de agua y vías la inspección se hará al 100% de las pegas. En el evento de detectarse fallas se procederá a reparar o si es el caso para reemplazar las pegas que se encuentren defectuosas.

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

2.2.3.5.4.11 Control radiográfico y ultrasonido

En tramos especiales se realizará inspección radiográfica o ultrasonido de las pegas, las cuales dependerán de las exigencias técnicas del proyecto, La radiografía es un proceso que usa radiación penetrante, lo que permite examinar el interior de los materiales que son opacos a la luz y obtener imágenes radiográficas. Este proceso se utilizará durante la construcción para determinar los defectos de soldadura tales como poros y fisuras, de tal manera que luego se pueda realizar la correcta reparación, garantizando absoluta perfección en las uniones de los tubos.

Durante el revelado de películas radiográficas, se producen residuos que deben ser manejados de acuerdo con procedimientos específicos definidos en las medidas 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 señalará el área de ejecución y no se permitirá el acceso de personal, por lo menos a 50 m a la redonda.

Entre los equipos o materiales a usar durante el proceso están: Fuente de radiación (Iridio 192 o cobalto 60), película radiográfica, pantallas intensificadoras, laboratorio para el proceso de película, cubetas de procesado, soluciones químicas utilizadas para el procesado, ganchos de relevado, termómetros y cronómetros, Lámpara, entre otros.

2.2.3.5.4.12 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.

2.2.3.5.4.13 Bajado de tubería (enterrada)

Una vez realizada la apertura de la zanja se procederá en el menor tiempo posible a ejecutar el bajado de la tubería, que consiste básicamente en la colocación de la tubería una vez soldada y revestidas las juntas en la zanja, Esta actividad comprende: Limpieza y nivelación del fondo de la zanja, verificación del estado del revestimiento y bajado de la tubería.

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.

La tubería debe bajarse a la zanja, inmediatamente después de haber sido inspeccionada con el detector de fallas del revestimiento (las profundidades de instalación de la tubería a lo largo de la línea serán establecidos en los diseños específicos para el desarrollo de la obra).

Se deben usar bandas suficientemente anchas de material suave para manejar la tubería revestida durante la maniobra de bajado, a fin de prevenir daños en el revestimiento. La tubería debe ser colocada directamente sobre el fondo de la zanja, Los equipos utilizados podrán ser retroexcavadoras, eslingas y/o side boom.

2.2.3.5.4.14 Tapado de zanja (enterrada)

Una vez instalada la tubería y haber colocado las barreras de anclaje se deberá rellenar la zanja. El tapado de la zanja se realizará de tal manera que se restaure, el contorno natural del terreno permitiendo un drenaje normal. Se instalará una cinta de señalización, para minimizar daños en la tubería durante excavaciones realizadas por terceros.

El relleno de la zanja debe hacerse tan pronto como sea posible, después de bajada la tubería, a fin de anclar la línea en el suelo y no exponer el revestimiento anticorrosivo a temperaturas extremas o a mal tiempo. Dadas las condiciones topográficas imperantes no se hace necesario realizar adecuaciones especiales como muros de contención, pero si la implementación de cortacorrientes, canales, disipadores de energía, barreras en zanja, etc.

Cuando el suelo sea rocoso se debe colocar una capa de arena o suelo desmenuzado de mínimo 0,08 m de espesor o bolsas rellenas de suelo o arena, de tal forma que se tenga un apoyo y se evite el daño en el revestimiento del ducto.

Luego del bajado del tubo se procede de forma inmediata con el relleno de la zanja, que se realiza con el mismo suelo de excavación, La primera capa, que debe alcanzar los 0,30 m después de la cota superior del tubo, será de suelo desmenuzado sin elementos que afecten la integridad de la tubería (como fragmentos de rocas y piedras grandes); la tierra suelta puede remplazarse por material sintético (poliuretano), actuando como colchón alrededor de la tubería. El relleno finaliza con la colocación de la capa superior, la cual debe sobrepasar de 0,20 a 0,30 m el nivel del terreno adyacente, apisonándolo con mínimo cuatro pasadas de la oruga de un bulldozer, como se muestra en la **Figura 2-96**.

2.2.3.5.4.15 Demarcación y abscisado

Se deben instalar señales definitivas a lo largo de la línea (a la derecha en el sentido de flujo), consistentes en postes de abscisado metálicos construidos de acuerdo con los diseños y/o planos

2.2.3.5.4.16 Reconformación del terreno y obras de protección geotécnica

Son el desarrollo y ejecución de las medidas de recuperación de las áreas afectadas por la construcción y adecuación de las líneas de flujo, con el fin de procurar obtener las condiciones a las que se tenían al inicio de las actividades.

Entre algunas de las obras de geotécnica que se podrían implementar están: cortacorrientes, canales laterales y decoles en sacos de yute (fique) rellenos con suelo-cemento y obras de protección del lecho y las márgenes en los cruces de corrientes.

2.2.3.5.5 Prueba hidrostática

Las tuberías proyectadas a instalar como líneas de flujo se someten a pruebas de resistencia, mediante pruebas de presión hidrostáticas después de su instalación y antes de que el sistema de transporte inicie su operación, de acuerdo con la Norma ANSI/ASME 31,4 0 31,8 según corresponda, además de las normas planteadas en API-1110: "Recommended Practices for Pressure Testing of Liquid Petroleum Pipelines" y la normatividad vigente para líneas de flujo y oleoductos.

La prueba hidrostática es un ensayo mecánico que somete la tubería a condiciones extremas de presión admisible. El propósito es verificar que el tramo de prueba tenga la integridad estructural requerida para soportar la presión normal y máxima de operación, la realización de la prueba hidrostática, una vez instalada parte o toda la tubería, representa la fase final de la construcción de la línea de flujo y consiste en llenar la sección a probar de la tubería con un fluido, generalmente agua, y someterla a presión promedio del 125% de la presión de servicio, verificando que no se presenten escapes ni pérdidas por las uniones soldadas o por los accesorios como válvulas y demás.

La correcta ejecución de estas pruebas depende de la planeación simultánea con la programación general de toda la obra y debe además tomar en consideración información como:

- ✓ El perfil de la línea de flujo, con las diferentes alturas que aportan otro elemento de juicio sobre la longitud del tramo a probar
- ✓ Calidad y tipo de la tubería que determina las presiones límites de prueba
- ✓ Zonas de despeje previamente establecidas, teniendo en cuenta el volumen, la velocidad y el impacto sobre los suelos circundantes
- ✓ En ningún caso la temperatura debe ser inferior a 289°K (16°C) y no mayor a 315°K (50 °C).
- ✓ La presión de prueba será indicada, de acuerdo con las características de diseño de la línea o tramo a probar, o aquellas indicadas en los listados de líneas y/o isometrías aprobadas del proyecto.
- ✓ Antes de la realización de la prueba se llevarán a cabo operaciones previas como son adecuación del terreno y análisis bioquímico del agua, determinante para la elección del sitio de llenado.

El Supervisor de la prueba deberá revisar y aprobar el plan de ejecución, revisar y aprobar los valores de prueba y criterios de aceptación, revisar y aprobar los formatos de aseguramiento, antes de la ejecución de la prueba, (NDT's requeridos, Certificados de materiales, ajuste de bridas, y uniones roscadas, etc.), verificar el cumplimiento de los requerimientos HSE aplicables, atestiguar la prueba durante todo el tiempo de su ejecución, aceptar la validez de la prueba y revisar y aprobar el reporte final de la prueba incluyendo el registro o carta.

El ejecutor de la prueba deberá elaborar el plan de ejecución, realizar las inspecciones requeridas y diligenciar los formatos de aseguramiento, realizar la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, verificar el cumplimiento de los requerimientos HSE aplicables, coordinar la ejecución de la prueba (llenado, venteo, presurización, toma de datos en instrumentos de medición incluyendo el calibrador de peso muerto, inspecciones, y disposición del medio de prueba, atestiguar la prueba durante todo el tiempo de su ejecución, elaborar el reporte final.

Las operaciones de la prueba consisten en:

- ✓ Calibración utilizando bien sea un raspador provisto de platinas de calibración o un raspador inteligente de calibración
- ✓ El llenado consiste en introducir el fluido a la tubería para someterla luego a presión de prueba (1,5 veces la presión de operación)
- ✓ Eliminación del aire utilizando válvulas de purga o de venteo
- ✓ Una vez llenada y purgada la línea se procederá a presurizarla, bombeando agua, evitando una sobre presión que supere la máxima permisible para el material
- ✓ Obtenida la presión de prueba se procederá a aislar el tramo a probar, cerrando las válvulas de suministro, Durante la prueba, se registrarán los valores que toma cada una de las variables involucradas a intervalos de tiempo especificado
- ✓ Una vez finalizada la prueba se procederá a reducir la presión y a desocupar la tubería en una piscina de tratamiento o tanques para realizar los respectivos análisis fisicoquímicos y tratamientos necesarios para su posterior disposición final, La disposición de las aguas se realizará teniendo en cuenta lo establecido en el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales** del presente estudio.

Para la prueba hidrostática se requerirá de un volumen de agua que dependerá de la longitud y el diámetro de la tubería según las especificaciones técnicas y el trazado de las líneas flujo. En la **Tabla 2-83** se lista la estimación de los volúmenes de agua requeridos para una prueba hidrostática, para tramos de 1 km en los diámetros a instalar en el Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-83 Volumen de agua estimado para pruebas hidrostáticas

DIÁMETRO (PULGADAS)	VOLUMEN REQUERIDO PARA 0.5 km (Con factor de seguridad del 15%) (m ³)	CONSUMO APROXIMADO Total (l/s)
16"	84,3	0,98

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.5.5.1 Actividades posteriores a la prueba

La zona de influencia de la cabeza de ensayo se cerrará y se colocarán avisos que indiquen a las personas ajenas los posibles riesgos. Se revisará que los equipos y accesorios a emplear no presenten fugas y se verificará la calidad del efluente a ser dispuesto, conforme lo establecido en la legislación vigente seleccionando las alternativas para disponer el agua utilizada en la prueba, dentro de las cuales se pueden citar:

- ✓ Reutilización de agua en los diferentes tramos de tubería u otras actividades de explotación del proyecto si es del caso

- ✓ Envío a una piscina de tratamiento especialmente para el agua de prueba que ha sido pretratada donde usualmente se hace un tratamiento de aireación, Los sólidos sedimentados en la piscina se deshidratan con suelo y se gestionan con un tercero autorizado

En cuanto a las generalidades técnicas de la prueba hidrostática, se debe tener en cuenta que:

- ✓ Las pruebas e inspecciones deben realizarse en horas diurnas y con tiempo seco, Siempre con el visto bueno de la operadora
- ✓ Los accesorios suministrados para instalar en el trazado final de la línea de flujo, no pueden ser utilizados para la prueba hidrostática
- ✓ La presión de prueba hidrostática en cualquier punto de la tubería no debe ser inferior al 125% de la presión de operación en cualquier punto
- ✓ Deben realizarse pruebas locales en el momento previo a la instalación de tramos en cruces especiales y zonas pantanosas y luego pruebas generales de la línea que hagan parte del tramo correspondiente, una vez terminada su instalación
- ✓ La prueba hidrostática en ningún caso puede preceder la toma de radiografías y las reparaciones a que haya lugar

Los requisitos previos de las pruebas hidrostáticas referentes a la calidad de materiales y equipos son:

- ✓ El contratista debe presentar para aprobación de la operadora un programa completo de la operación, antes de que esta se inicie, donde se consignará la información referente a secciones de prueba, presiones, puntos de control, sitios de captación y vertimiento de agua, aditivos a utilizar, equipos, maquinaria, medidas de seguridad, etc.
- ✓ Para cada sección de prueba debe incluirse el perfil topográfico detallado, los sitios de presiones máximas y mínimas, el análisis hidráulico del tramo y el procedimiento de vaciado.
- ✓ El inhibidor de corrosión debe ser biodegradable, de acción biocida y soluble en agua.
- ✓ Se deben instalar sedimentadores y filtros para retirar las impurezas antes de que el agua sea introducida en la tubería.
- ✓ Los instrumentos de registro deben calibrarse usando equipos certificados.
- ✓ La calibración de manómetros debe ser tal que la presión de prueba no sea menor al 25% ni mayor al 75% del rango del manómetro.
- ✓ Todas las válvulas de línea deben estar abiertas y a las válvulas de cheque se les debe retirar el disco.

Para la limpieza interior y calibración debe tenerse en cuenta que:

- ✓ Para el tramo a probar deben instalarse múltiples de envío y recepción de raspadores.
- ✓ Los raspadores serán empujados con agua o aire comprimido, Y deberán enviarse tantos raspadores como se estime necesario.
- ✓ En algunos casos puede ser conveniente limpiar dos o más secciones de prueba adyacentes en una sola operación.
- ✓ La platina calibrada del raspador, conocido como "marrano", debe tener un diámetro igual al 95% del diámetro interno menor en el tramo a probar.

Para el llenado y purga de aire debe:

- ✓ Debe instalarse un medidor en la succión de la bomba de llenado y un proporcionador y bomba para adición de inhibidor de corrosión
- ✓ Cuando se prevé dejar el agua dentro de la tubería por un tiempo significativo, se debe agregar secuestrante de oxígeno
- ✓ Durante el llenado la columna de agua debe ir precedida de raspadores de desplazamiento para eliminar bolsas de agua e impurezas
- ✓ Cuando llega el raspador de desplazamiento se permite salir el agua a un recipiente de sedimentación, hasta que visualmente se note el agua libre de suciedad
- ✓ En este momento se cierran las válvulas del sistema y se instalan los tapones de prueba (bridas ciegas), habiendo detenido previamente la bomba de llenado

En cuanto a la presurización, es necesario tener en cuenta que:

- ✓ Cuando la sección de prueba está llena y sellada, se instala y coloca en funcionamiento la bomba de presión hasta alcanzar unos 100 o 200 psi, observando que la presión se mantenga durante unos 30 minutos para verificar la ausencia de fugas mayores
- ✓ Se continúa comprimiendo hasta alcanzar el 70% de la presión de prueba, la cual debe mantenerse por 30 minutos hasta estabilizar la presión y la temperatura
- ✓ Luego se realizan incrementos sucesivos de 10 psi los cuales deben leerse y registrarse hasta alcanzar la presión de prueba, la cual se mantendrá por una hora
- ✓ Posteriormente, para realizar la prueba de hermeticidad, se reduce la presión 50 psi para prevenir aumento de la presión por encima de la presión de prueba, como efecto de aumento de temperatura
- ✓ Una vez se haya alcanzado la presión de prueba, se desconecta la bomba,
- ✓ Se revisa el sistema cuidadosamente para detectar fugas, El periodo inicial de prueba se inicia cuando se hayan estabilizado la presión y temperatura

Para la realización de la prueba como tal es necesario asegurar que:

- ✓ Al iniciar el periodo oficial de prueba debe registrarse la presión de prueba en un extremo de la sección, y la temperatura en dos puntos diferentes
- ✓ Se debe mantener la presión de prueba por un periodo mínimo de 4 horas, el cual puede ampliarse
- ✓ Deben tomarse y registrarse lecturas de presión y temperatura cada hora
- ✓ La prueba es satisfactoria si no sobreviene una caída de presión durante el periodo o si los cambios de presión observados pueden ser satisfactoriamente correlacionados con las variaciones de temperatura
- ✓ En caso de presentarse una falla, la línea debe ser reparada y repetirse el procedimiento hasta obtener resultados completamente satisfactorios
- ✓ Si se presenta una caída de presión no identificada, el contratista debe seccionar el tramo de prueba por mitades hasta encontrar la causa de la pérdida
- ✓ Si la operadora lo considera puede ordenar una prueba de presión variable que tiene como límite máximo la máxima presión de trabajo de la línea (relacionada con su calidad, diámetro y espesor), y como límite mínimo, el 70 % de la presión de trabajo

Durante el desplazamiento del agua y empates:

- ✓ El contratista es el responsable de la eliminación adecuada del agua de la prueba en los sitios y formas presentados en el programa de pruebas aprobado por la operadora
- ✓ Una vez el agua haya sido retirada y la tubería esté satisfactoriamente drenada, se inician las operaciones de empate y empate o conexión de las secciones de prueba, las cuales deben someterse a prueba radiográfica
- ✓ Los múltiples para envío y recibo de raspadores deben retirarse y prepararse para las pruebas de la siguiente sección
- ✓ La tubería puede recibirse vacía o inundada, En caso de solicitarse llena, para prevenir alteraciones de la tubería deben adicionarse inhibidores de corrosión y secuestrantes de oxígeno, y mantenerse presionada
- ✓ Adicionalmente en el momento de iniciarse el servicio del ducto, la empresa puede solicitar la adición de una cuña o bache de etanol para retirar trazas de agua en la línea
- ✓ En caso de solicitarse la línea vacía, se debe correr un raspador impulsado con aire, en tramos de una longitud tal que permita su movimiento, drenando la tubería en tramos intermedios,

El cuanto al secado de la tubería y dependiendo del uso de la tubería o tramo se considerará:

- ✓ Para servicio con crudo, no se considera secado de la tubería, adicional al desalojo de agua con fines de empalme o llenado final con petróleo crudo
- ✓ Para servicio con gas se deberá presentar el procedimiento que incluya el desalojo de agua y secado de tubería mediante la utilización de raspadores hasta el punto de que se considere aceptable
- ✓ Para servicio con agua no aplica el secado de la línea

El equipo para la ejecución de la Prueba Hidrostática incluye, entre otros, los siguientes elementos relacionados en la **Tabla 2-84**.

Tabla 2-84 Equipos, insumos y materiales para la prueba hidrostática

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	FUNCIÓN
Múltiples	2	Enviar y recibir los raspadores
Raspadores	Varios	Para limpieza interior de la tubería y desplazamiento de fluidos
Bomba de llenado 100 psi	1	Inyección del agua dentro del ducto
Bomba de presión 200 psi	1	Para alcanzar la presión de prueba
Válvulas	Varias	Controlar entrada y salida de agua
Bridas ciegas (tapón de prueba)	Varias	Sellado de la sección a probar
Flow meter	1	Medición de la cantidad de agua entrando al ducto
Manómetros	Varios	Medición y control de presión
Termómetros	Varios	Medición y control de temperatura
Probadores de peso muerto	Varios	Para calibrar los manómetros
Proporcionador con bomba de descarga	Varios	Para inyección de aditivos al agua
Aditivos	Varios	Inhibidor de corrosión
		Secuestrante de oxígeno

Variable según las necesidades del proyecto

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.5.6 Instalaciones de apoyo

Las labores de construcción de las líneas de flujo se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes pernotarán en sus propias viviendas; el personal técnico, administrativo y flotante pernochará en los campamentos temporales a construir o adecuar y también se podrá hacer uso de la infraestructura hotelera que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

Para la construcción de las líneas de conducción el acopio de los materiales de construcción, tuberías y equipos requeridos para las diferentes labores se podrá realizar en los campamentos temporales de las plataformas multipozo (existentes y/o nuevas) y/o facilidades centrales de producción.

2.2.3.5.7 Diámetro de la tubería a instalar

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de hasta 300 km de líneas de flujo, con diámetros de hasta 16" y un DDV de hasta 15 m, incluyendo los métodos constructivos y las alternativas para cruces de cuerpos de agua, vías y otros ductos presentados en el EIA.

De igual forma, se solicita la conexión a infraestructura de transferencia existente o proyectada (oleoductos o gasoductos) que se encuentren dentro del área de influencia y/o área a licenciar del proyecto; así como la entrega y/o recepción de fluidos de producción con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento-disposición final y/o comercialización, en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales, sin exceder la capacidad máxima del campo.

Dependiendo de los resultados obtenidos, se puede transportar los fluidos de producción a través de las líneas por el derecho de vías existentes y/o proyectadas, en diámetros variables hasta de 16". longitudes dependientes de la ubicación final de cada pozo y ancho de zona de derecho de vía de hasta 15 metros.

Las definiciones de diámetros de tubería a instalar, longitudes, trazado, derecho de vía y otros aspectos técnicos de las líneas de flujo serán considerados en el PMA específico.

2.2.3.5.8 Asentamientos humanos e infraestructura social

Las líneas de flujo se trazarán de manera que no puedan afectar viviendas ni infraestructura social, económica y cultural, ya que, pueden ir paralelas a las vías de acceso y/o a campo travesía de acuerdo con los criterios establecidos en la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto.

Adicional, considerando que algunas de las líneas de flujo puedan ir en cruces enterrados bajo las vías existentes, se contempla dar aviso previo a la comunidad y hacer la señalización diurna y nocturna que sea pertinente. Adicionalmente, los cruces se harán por medias secciones de la vía para no interrumpir el paso totalmente.

2.2.3.5.9 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

El personal necesario para las obras de construcción de líneas de flujo depende de las particularidades del proyecto, como la longitud de la línea, tiempo de ejecución y costos; sin embargo, en la **Tabla 2-85**, se presenta un estimado del personal requerido para la construcción de líneas de flujo. De igual forma, en la **Tabla 2-86** se presenta el estimado de maquinaria y equipos para la construcción de líneas de flujo.

Tabla 2-85 Estimativo de personal para la construcción de líneas de flujo

TIPO	PERSONAL	CANTIDAD
Mano de obra calificada	Ingeniero Civil	1
	Ingeniero Ambiental	1
	Profesional HSE	1
	Soldadores	6
	Técnicos o profesional de soldadura y revestimiento	2
	Técnicos o profesional de pruebas hidrostática	3
	Topógrafo	3
	Cadeneros	2
	Operadores de maquinaria (retroexcavadora, izaje de tubería, cargadores)	13
	Personal de radiografía o ultrasonido	2
	Electricista	1
	Mecánicos	2
	Conductores de cama baja, cama alta	6
	Auxiliar de enfermería	2
	Doblador	2
	Conductor	4
Almacenista de obra	1	
Mano de obra no calificada	Ayudantes	12
TOTAL		64

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-86 Estimativo de maquinaria y equipos para la construcción de líneas de flujo

PERSONAL	CANTIDAD
Bulldozer	1
Retroexcavadora	2
Mezcladora	1
Carrotanque	1
Camión de vacío	1
Equipo de soldadura	6
Pulidora	6
Poleas	2
Dobladora de tubería	2
Equipo de prueba de presión	1
Equipo de hidrolavado	2
Equipo de oxicorte	1
Grapa para juntas en tubería	1
Obturadores de línea	4

PERSONAL	CANTIDAD
Lámparas de pruebas de explosión para cada frente de obra	4
Camiones cama alta para el transporte de tubería,	2
Camiones grúa para manejo de tuberías,	2
Guadañadoras para trabajos de limpieza de maleza,	1
TOTAL	39

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.5.10 Desmantelamiento y restauración de áreas intervenidas.

En el **Capítulo 10, Plan de abandono y restauración final**, se describen las actividades de plan de abandono y restauración final para las áreas intervenidas por la construcción e instalación de líneas de flujo en el Área de Desarrollo VSM-37.

2.2.3.6 Recepción y transferencia de fluidos de producción con otras áreas de exploración y/o explotación de hidrocarburos

Se solicita la conexión a infraestructura de transferencia existente o proyectada (oleoductos o gasoductos) que se encuentren dentro del área de influencia y/o área a licenciar del proyecto; así como la entrega y/o recepción de fluidos de producción con otros campos de exploración y/o explotación de hidrocarburos para su respectivo tratamiento-disposición final y/o comercialización, en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales sin exceder la capacidad máxima del campo. El transporte de los fluidos se efectuará de dos maneras:

➤ Por líneas de Flujo

El recibo y transferencia de los fluidos de producción por línea de flujo se realizara acogiéndose a lo establecido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Artículo 2.2.2.3.2.2., literal d; donde se infiere que el transporte y conducción de fluidos de producción (crudo, agua y gas) por fuera de los campos de explotación (incluyendo estaciones de bombeo y/o reducción de presión y la correspondiente infraestructura de almacenamiento y control de flujo: salvo las actividades relacionadas con la distribución de gas natural de uso domiciliario, comercial o industrial), que impliquen la construcción y montaje de infraestructura de líneas con diámetros iguales o superiores a seis (6) pulgadas (15,24 centímetros), requieren tramitación de licencia ambiental y/o en consecuencia modificación de la mismas para los siguientes fines:

- ✓ Transferencia de fluidos entre proyectos de PAREX, que se encuentren aledaños al Área de Desarrollo VSM-37.
- ✓ Transferencia de fluidos desde y/o hacia otros campos aledaños al área de Desarrollo VSM-37.

Cabe precisar que el tendido y construcción al interior de cada una de las áreas, se realizara dando alcance a las obligaciones de cada licencia en particular, aspectos que se precisaran en los respectivos planes de manejo ambiental.

➤ **Por Carrotanques**

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL, solicita autorización para el recibo y transferencia de fluidos (Crudo, agua, gas, GLP, entre otros) por medio de carrotanques, camiones tipo cisterna, entre otros para los siguientes fines:

- ✓ Transporte de fluidos al interior del Área de Desarrollo VSM-37.
- ✓ Transporte de fluidos desde y/o hacia otros campos aledaños con fines de comercialización y/o tratamiento- disposición final

2.2.3.7 Facilidades de producción

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de tres (3) Facilidades Centrales Producción - FCP con un área máxima de 7 ha cada una mediante las siguientes alternativas:

Facilidades Centrales de Producción

- ✓ Alternativa 1: Construcción de hasta tres (3) FCP de máximo 7 ha cada una.
- ✓ Alternativa 2: Ampliación de tres (3) plataformas multipozo pasando de 5 ha hasta máximo 7 ha.

Facilidades Tempranas de Producción. Se solicita construcción de hasta quince (15) Facilidades Tempranas de Producción – FTP, las cuales estarán contempladas dentro de las 15 plataformas multipozo solicitadas.

2.2.3.7.1 Distribución de áreas

A continuación, se presenta la distribución tipo de cada una de las alternativas propuestas para las facilidades centrales de producción, es de resaltar que esta distribución puede cambiar, según la necesidad del proyecto, sin superar el área máxima de intervención, por lo que, en los planes de manejo específicos de cada una, se presentará la distribución final con su respectivo diseño, Ver **Anexo 16. Diseños- Diseños Tipo**.

2.2.3.7.1.1 Facilidades Tempranas de Producción (FTP)

Construir facilidades tempranas de producción dentro las plataformas multipozo sin superar el área máxima de cinco (5) ha de intervención solicitada.

De acuerdo con lo anterior, la distribución aproximada en planta de las plataformas multipozo de cinco (5) ha con las facilidades tempranas de producción se presenta en la **Figura 2-99**. De igual forma, la distribución de las áreas que conforman las plataformas se presenta en la **Tabla 2-87**, Se aclara, que la distribución interna de las áreas puede variar según la necesidad del proyecto; sin superar el área de intervención establecida.



Figura 2-99 Diseño tipo de plataforma multipozo (5 ha) (200 m x 250 m) con Facilidades tempranas de producción.

**Se resalta que estas facilidades de producción se encuentran al interior de las locaciones de 5 ha
Fuente: PAREX, 2023.*

Tabla 2-87 Distribución estimada de áreas estimada para plataforma multipozo (5 ha) con facilidades tempranas de producción

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Cinco (5) ha			
Zona de operaciones para perforación	23,45%	11,725	1,1725
Campamento	12%	6,000	0,6
Zona de Disposición de Materiales Estériles (ZODME) / Zona de préstamo	20%	10,000	1,0
Zona de facilidades tempranas de producción (bombas, manifold, tK diesel, generadores, área subestación, separadores, scrubber, cargaderos, variadores)	7,906%	3,953	0,3953
Zona de manejo de cortes de perforación (Piscinas)	7,484%	3,742	0,3742
Zona para Pozo profundo de agua subterránea	0,18%	90	0,009
Zona de campamento de perforación	2,786%	1,393	0,1393
Zona para la tea	1,32%	660	0,066
Zona de parqueaderos	2,322%	1,161	0,1161
Zona de maniobras	1,242%	621	0,0621
Área de bodegaje	1,124%	562	0,0562
Área de seguridad física	1,744%	872	0,0872
Área de almacenamiento de agua potable	0,736%	368	0,0368
Área de tratamiento de agua residual	0,736%	368	0,0368
Zonas libres	16,97%	8845	0,8485
TOTAL	100%	50000	5

**En los Planes de Manejo Ambiental Específicos se presentará la distribución definitiva de cada plataforma multipozo, con las facilidades tempranas de producción*

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.7.1.2 Facilidades centrales de Producción (FCP)

Se solicita la construcción y/o adecuación de facilidades centrales de producción, las cuales se podrán ubicar de acuerdo con las siguientes alternativas:

➤ **Alternativa 1**

Construir en área nueva tres (3) plataformas para facilidades centrales de producción, de máximo siete (7) hectáreas (ha), las cuales se ubicarán de acuerdo con los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación ambiental y de manejo ambiental puntual del proyecto.

Por lo anterior, la distribución aproximada en planta para las plataformas de siete (7) ha de las facilidades centrales de producción se presenta en la **Figura 2-100**. De igual forma, la distribución de las áreas que conforman las plataformas se presenta en la **Tabla 2-88**. Cabe destacar que la distribución interna de las áreas puede variar según la necesidad del proyecto; sin embargo, el área de intervención no deberá superar las siete (7) ha.

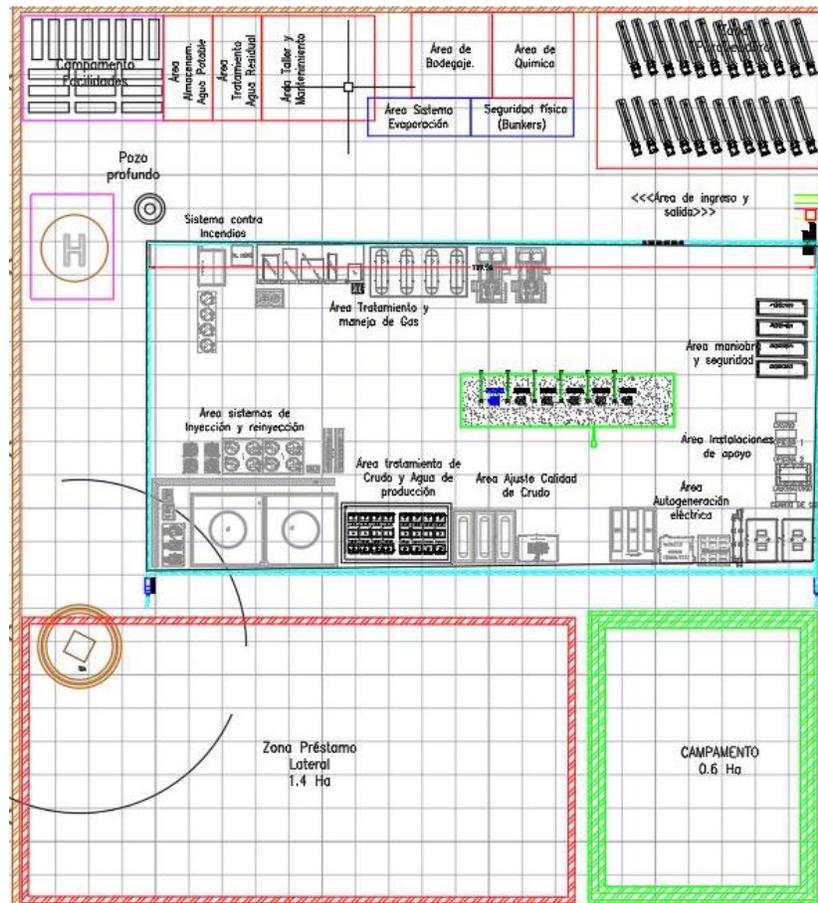


Figura 2-100 Diseño tipo de plataforma nueva (7 ha) para facilidades centrales de producción

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-88 Distribución de áreas estimada de plataforma nueva de 7 ha para facilidades centrales de producción

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Siete (7) ha área nueva			
Área de operaciones y zonas libres	29,75	20829,67	2,083
Facilidades de producción (Áreas de tratamiento y manejo de los fluidos de producción, Área laboratorio, cargadero, generación, sistema de reinyección e inyección y subestación eléctrica, instalaciones de apoyo, entre otros)	27,71	19404,98	1,94
Área de seguridad física	0,5	353,27	0,035
Área de almacenamiento agua potable	0,65	464,08	0,046
Área de tratamiento agua residual	0,65	464,03	0,046
Área de taller y mantenimiento	1,53	1067,14	0,107
Área Sistema de Evaporación	0,5	353,27	0,035
Área de bodegaje	0,9	626,03	0,063
Pozo profundo	0,085	63,42	0,006

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Siete (7) ha área nueva			
Campamento Facilidad	1,9	1330,64	0,133
Zona de química	0,9	626,97	0,063
Tea	0,7	488,38	0,049
Campamento	8,57	6000	0,6
Zona de Maniobras	1,11	782,30	0,078
Zona Préstamo	20	14000	1,4
Parqueaderos	4,5	3145,82	0,315
TOTAL	100%	70000	7

**En los Planes de Manejo Ambiental Específicos se presentará la distribución definitiva de cada facilidad central de producción en área nueva
Fuente: PAREX, 2023.*

➤ Alternativa 2

Sobre tres (3) plataformas multipozo, razón por la cual se deberán ampliar las locaciones hasta un máximo siete (7) hectáreas. Se aclara que en esta alternativa las locaciones y las facilidades compartirán áreas de intervención.

De acuerdo con lo anterior, la distribución aproximada en planta de las plataformas ampliadas a siete (7) ha para las facilidades centrales de producción se presenta en la **Figura 2-101**. De igual forma, la distribución de las áreas que conforman las plataformas se presenta en la **Tabla 2-89**. Cabe destacar que la distribución interna de las áreas puede variar según la necesidad del proyecto; sin embargo, el área de intervención no deberá superar las siete (7) ha.

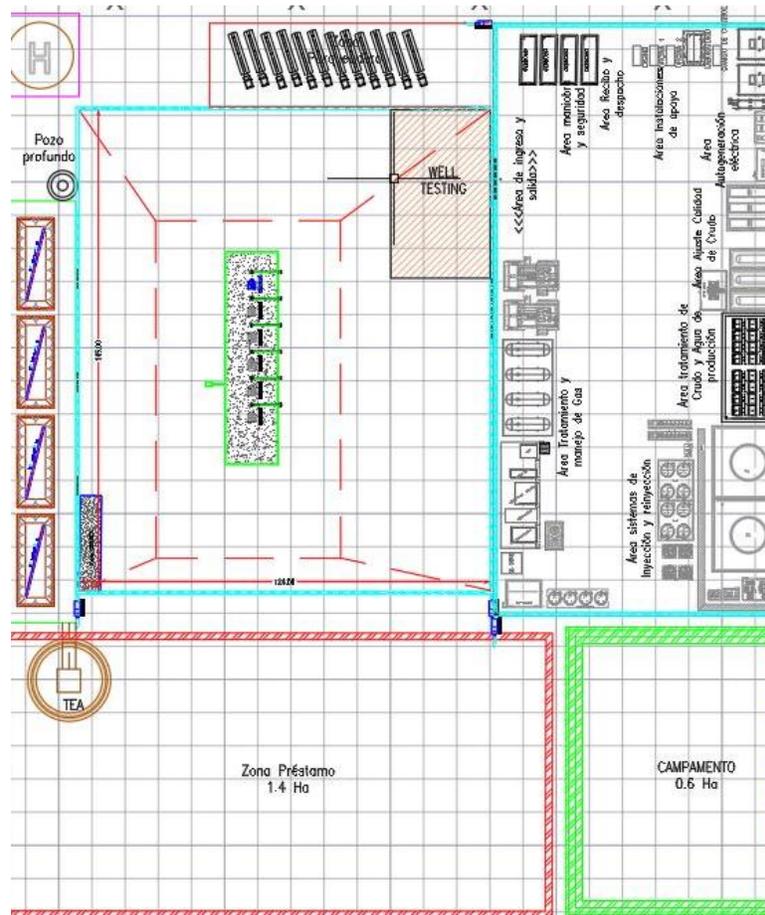


Figura 2-101 Diseño tipo de plataforma existente ampliada a 7 ha para Facilidades centrales de producción

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-89 Distribución de áreas estimada en plataforma ampliada a 7 ha para facilidades centrales de producción

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Siete (7) ha aplicación de plataformas			
Área de operaciones de los pozos y zonas libres	34,68	24281,27	2,4281
Facilidades de producción (Áreas de tratamiento y manejo de los fluidos de producción, Área laboratorio, cargadero, autogeneración, sistema de reinyección e inyección y subestación eléctrica, instalaciones de apoyo, entre otros)	23,04	16134,10	1,613
Well Testing	2,17	1521,85	0,152
Campamento Perforación	2,77	1936,27	0,194
Piscinas (Manejo de cortes)	4,01	2806,42	0,281
Pozo Profundo	0,085	63,42	0,006
Tea	0,7	488,39	0,049
Campamento	8,57	6000	0,6
Zona de maniobras	0,88	621,40	0,062
Zona Préstamo	20	14000	1,4

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Parqueaderos	3,07	2146,89	0,215
TOTAL	100%	70000	7

**En los Planes de Manejo Ambiental Específicos se presentará la distribución definitiva de cada plataforma con ampliación para facilidades de producción
Fuente: PAREX, 2023.*

2.2.3.7.2 Alternativas de ubicación y selección de sitios

Las facilidades centrales de producción se ubicarán en un área máxima de intervención de siete (7) ha, en área nueva o como ampliación a las plataformas a construir (15 plataformas multipozo nuevas), sin exceder para las mismas el número y el área máxima establecida.

Cabe aclarar, que las facilidades tempranas de producción se podrán ubicar dentro de cada una de las plataformas multipozo a construir, sin superar el área máxima de cinco (5) ha de intervención solicitadas para las mismas.

El sitio para las facilidades de producción estará definido de acuerdo con los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación ambiental y de manejo ambiental del proyecto. Entre los criterios a considerar dentro de la zonificación de manejo ambiental para la ubicación de la facilidad están:

- ✓ No intervención de áreas de exclusión
- ✓ Minimización de las áreas a intervenir con el fin de efectuar la menor remoción y/o excavación o afectación a los recursos naturales
- ✓ El área para construir para la facilidad de producción dependerá de las necesidades de infraestructura, de acuerdo con los resultados obtenidos en los pozos perforados

Adicional a lo anterior, se dará prioridad a las zonas definidas como de baja y moderada sensibilidad en la zonificación de ambiental, sin perjuicio de que se necesiten otras cuyos niveles de sensibilidad e importancia indiquen que deben ser intervenidas bajo especiales consideraciones de manejo ambiental, tales como:

- ✓ Preferir áreas no sujetas a riesgos naturales no controlables
- ✓ Examinar la disponibilidad de área y ocupación del espacio
- ✓ Utilizar preferiblemente áreas intervenidas

Es pertinente mencionar que los criterios y especificaciones desarrollados en el presente aparte, corresponde a los diseños de prefactibilidad del sistema y que los diseños específicos a nivel de detalle de ingeniería básica serán presentados en el PMA específico.

2.2.3.7.3 Procesos de producción y manejo de fluidos

Con unos escenarios de producción esperados para el Área de Desarrollo VSM-37, donde la producción bruta sería de 45,000 BFPD (10,000 BOPD + 35,000 BWPD) y 10,000 MSCFD); se plantea la adecuación y construcción de Facilidades Tempranas de Producción, Facilidades Centrales de Producción; donde se concentrará el manejo y tratamiento de los

fluidos de producción (crudo, agua y gas), cuyas capacidades serán las suficientes para tratar la máxima producción esperada durante el desarrollo del proyecto. Estas facilidades estarán integradas por sistemas de recepción, manejo, tratamiento, almacenamiento, cargue, despacho y/o transferencia de los fluidos; así como equipos para servicios auxiliares requeridos.

La implementación de las estrategias de desarrollo solicitadas en el Estudio de Impacto Ambiental el Área de Desarrollo VSM-37 se realizarán conforme al desarrollo del campo, en esa medida se dará el manejo de fluidos de producción, destacando que la solicitud de recepción de fluidos de otros campos se enfoca en no superar la capacidad máxima del campo 45.000 BFPD (10.000 BOPD + 35.000 BWPD) Y 10.000 MSCFDS y los volúmenes solicitados de inyección y/o reinyección.

2.2.3.7.3.1 Facilidades de producción

Los fluidos provenientes de los pozos de cada plataforma multipozo serán transferidos por líneas de flujo a un manifold de recolección que cuenta con un cabezal de producción y uno de prueba. Cada uno de los brazos provenientes de los pozos de producción cuenta con un switch de presión cuya función será la de proteger la línea por sobrepresión apagando el variador de cada pozo; las líneas de flujo también contarán con facilidades para conectar un cupón de corrosión, Cada cabezal, de producción y prueba, cuenta con facilidades de inyección de química, indicadores de presión y temperatura.

El cabezal de producción se conecta con el separador trifásico de producción, y el cabezal de prueba se pueda alinear a un separador de prueba o a un tanque de prueba, en cuyo caso se podrá instalar complemento un medidor de flujo. Es deseable que los cabezales cuenten con válvulas de shutdown, situación que será analizada para cada facilidad en particular.

En caso de que se determine la necesidad de calentamiento del fluido para facilitar los procesos de separación y/o transporte por alta viscosidad, el fluido será conducido a intercambiadores de calor o calentadores de línea para luego ingresar a los separadores trifásicos.

En los separadores se realizará la una separación primaria de las fases agua, aceite y gas por diferencia de densidades. El gas se dirige hacia el sistema de alivio de la facilidad (scrubber o knock-out drum); el crudo es direccionado hacia los gun barrel; y el agua hacia los tanques skimmer o tanques desnatadores. En la corriente de gas se instala una válvula de control de presión y, en las corrientes de crudo y agua, válvulas de control de nivel, Cada corriente contará con equipos de medición.

El crudo proveniente de los separadores trifásicos ingresa a las botas de gas de los gun barrel donde separa el gas que haya podido ser arrastrado por la corriente de crudo. Este gas es enviado hacia el knock out drum o podrá ser alineado a una unidad de recuperación de vapor VRU, en caso de que se requiera.

Una vez el fluido abandona el distribuidor de los gun barrel se inicia el proceso de separación de fases dentro del equipo, que consiste básicamente en separar el agua emulsionada o libre asociada para lograr deshidratar y desalar el crudo. El agua separada

es enviada hacia los tanques skimmer o desnatadores y el crudo hacia los tanques de almacenamiento.

El crudo es alineado mediante válvulas de corte hacia tanques de almacenamiento que, en caso de ser necesario (por alta viscosidad), contarán con serpentines para habilitar el calentamiento del fluido mientras está dentro del tanque. Este calentamiento del fluido mediante serpentines también puede darse en los Gun Barrel. En los tanques de almacenamiento, se realizará medición y muestreo para cumplir con las especificaciones de transferencia de 0,5% BSW (contenido máximo de agua y sedimentos que el crudo puede contener para transferencia) y 20 lbs de sal / 1000 Bls de crudo.

De los tanques de almacenamiento el crudo es succionado por bombas de transferencia donde a través de carrotanques y/o líneas de flujo es enviado hasta el destino final establecido por el proyecto, de acuerdo con lo que en su momento considere pertinente PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL. También se contará con bombas de recirculación de crudo para los casos en los que se reciba producto en los tanques que no cumpla las condiciones de calidad para su venta, El fluido será transportado nuevamente a la entrada de los Gun Barrel para reprocesarlo usando la bomba de recirculación, o una de las bombas de transferencia de crudo que servirán de back up en caso de contingencias.

El tratamiento de agua se realiza en dos tipos de tanques skimmer donde se recibe el agua proveniente de los separadores trifásicos y de los gun barrel. En estos tanques se realiza la recuperación inicial del agua libre por coalescencia y segregación gravitacional, la nata es enviada a la red de drenajes de la facilidad. El agua desnatada es succionada por bombas booster, cabezal que debe contar con facilidades para inyección de químicos y toma de muestras, y conducida a bombas de alta presión para la inyección del agua a pozos inyectoros o de disposición.

Los filtros de agua de producción podrán ser de cáscara de nuez o palma y generalmente son unidades tipo paquete que deben contar con válvulas que permitan realizar el proceso de filtrado y de retrolavado (garantiza las condiciones de operación y eficiencia del lecho filtrante), manómetros, indicadores diferenciales de presión y válvulas de alivio, Podrán ser manuales o automáticos. El retro lavado se realiza cada periodo de tiempo (2 a 4 horas), donde el tiempo de secuencia de limpieza dependerá de las condiciones de filtrado y la presión diferencial del filtro.

El agua filtrada es dirigida hacia la succión de las bombas de inyección para ser distribuida a las plataformas multipozo y a los pozos inyectoros y/o reinyectoros. El agua proveniente del retrolavado y de las descargas de las válvulas de alivio es enviada a los decantadores. Los decantadores reciben el agua del retrolavado y de las válvulas de alivio de los filtros de agua de producción, además de la descarga de la válvula de seguridad de las bombas principales de inyección. Los lodos decantados serán transportados a un catch tank, lecho de secados o retirados de la facilidad por un camión de vacío. El agua de desnate podrá ser enviada a la red de drenaje de la facilidad o succionada por las bombas de recirculación y alineada nuevamente a la alimentación de los Gun Barrel, Deberán contar con cuello de ganso y alarma por alto nivel.

Respecto al gas recuperado de los separadores de producción y prueba, éste será conducido hacia un scrubber de gas donde se separarán las gotas de líquido que hayan

podido ser arrastradas por el mismo. Aguas abajo del scrubber el gas podrá ser usado para generación en caso de que su calidad lo permita. El scrubber debe contar con válvula de seguridad, válvulas de control de presión, indicador de nivel local y manómetro.

El sistema de alivio considera un knock out drum que recibe todo el gas y lo envía hacia la tea; debe contar con una alarma por alto nivel, un indicador local de nivel y un switch de alto nivel. El desalojo de condensados del KOD debe realizarse con un sistema de bombeo cuya descarga confluya con los condensados del scrubber de gas y conducidos hacia el gun barrel y/o a tanques de almacenamiento según se requiera.

Cuando el gas sea rico y apto para ser procesado se puede instalar unidad de recuperación de vapor, tomando el gas separado en las botas de gas, comprimiéndolo y recuperando condensados. El gas remanente podría ser transportado a una planta de recuperación de líquidos o PRL donde, mediante transferencia de calor, se retire la humedad presente y finalmente con compresión generación venderlo: gasoducto (tubería), gasoducto virtual (cargue GNC) y/o utilizarlo como sistema de generación. En este caso el gas residual es conducido al KOD y quemado en tea.

➤ **Sistema multifásico**

- ✓ Manifold de producción

El manifold recibirá los fluidos de pozos y podrá alinearlos a un cabezal de prueba y/o al de producción de la facilidad, Este típico fue definido rating 300, situación que deberá revisarse según condiciones particulares del pozo

- ✓ Líneas de flujo y trampas de raspadores

Las trampas de raspado o "Pig Launcher / Receiver" se utilizan para la limpieza de las líneas de flujo y transferencia, también pueden servir para separar dos fluidos diferentes bombeados por una misma tubería o para inspeccionar las paredes de la tubería

➤ **Sistema de Crudo**

- ✓ Separadores de producción / prueba

Recipiente que opera bajo presión y cuya finalidad es la separación inicial de las fases agua, gas y crudo, por diferencia de densidades. La segregación gravitacional es la más importante que ocurre durante la separación, lo que significa que el fluido más pesado se decanta en el fondo y el fluido más liviano se eleva hacia la superficie. Asimismo, dentro del recipiente, el grado de separación entre el gas y el líquido dependerá de la presión operativa del separador, el tiempo de residencia de la mezcla de fluido y el tipo de flujo del fluido.

Generalmente el gas se dirige hacia el sistema de alivio de la facilidad (scrubber o knockout drum), El crudo es direccionado hacia los Gun Barrel. El agua hacia los tanques skimming o desnatadores.

En la corriente de gas todo separador debe contar con una válvula de control de presión, En las corrientes de crudo y agua debería contar con válvulas de control de nivel. Cada corriente de salida debe contar también con equipos de medición acordes al tipo de fluido a medir.

Las descargas de las válvulas PSV deben estar alineadas hacia un knockout drum, tubería que no podrá usarse para ninguna otra aplicación a la de descargas de las válvulas de seguridad y alivios. Este sistema de alivio no debería tener bolsillos que puedan acumular condensados o líquidos que impidan una libre evacuación en caso de dispararse una PSV. Cuando el fluido de alguno de los pozos requiere ser evaluado individualmente, este se envía a través del múltiple de producción al separador de prueba. La medición de potencial de fluidos se realiza tomando una muestra en cabeza de pozo para determinar BSW y con la medición de fluidos (agua y aceite) en el separador, se determina el potencial de cada uno de los pozos en prueba. Los fluidos obtenidos (crudo, agua y gas), serán direccionados a los diferentes sistemas de tratamiento correspondientes, de igual manera que en separador general de producción.

✓ Gun Barrel

Los Gun Barrel cuentan con botas de gas que pueden ser internas o externas, A las botas de gas llega la corriente de crudo proveniente del separador (en caso de existir) o directamente de pozos, según diseños de la facilidad.

El líquido separado del gas entra al Gun Barrel, el cual es un recipiente atmosférico que mediante un tiempo de residencia específico (alrededor de 8 horas) permite romper la emulsión agua-crudo. El líquido entra a distribuidor dispuesto en la parte inferior del recipiente y las gotas de crudo suben a través de un lecho de agua hasta llegar a un rebose donde el crudo sale por gravedad a los tanques de almacenamiento. El agua separada es retirada por un lazo de control de nivel interfase hacia los tanques de desnate.

Luego de separada el agua, es enviada hacia los tanques skimmer o desnatadores. El crudo abandona el equipo por medio de un rebose y es enviado hacia tanques de almacenamiento. A continuación, se anexa un esquema con la configuración general del equipo típico y su instrumentación asociada.

✓ Tanques de almacenamiento

Zona de recibo y almacenamiento del crudo tratado; donde se realizará la medición y muestreo para cumplir con las especificaciones de transferencia para la venta (0,5% BSW (contenido máximo de agua y sedimentos que el crudo puede contener para transferencia) y 20lbs de sal / 1000 Bls de crudo).

El crudo con BSW menor al 0,5% se almacena en tanques que pueden ser verticales u horizontales según diseño y disponibilidad de equipos. Se recomienda que la capacidad de almacenamiento sea de por lo menos un día de la producción promedio, parámetro a definir durante la ingeniería conceptual de la facilidad.

Luego de que el crudo se haya estabilizado se haya verificado su calidad para venta, las bombas de crudo lo succionan y lo conducen a carrotanques y/o sistema de despacho

existente. En caso de que el crudo no sea apto para venta se recirculará mediante sistemas de bombeo hacia los Gun Barrel.

En caso de requerir calentar el fluido contenido en los tanques de almacenamiento, se dejan boquillas previstas para la conexión de vapor y construcción de serpentines para calefacción de este.

Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles deben estar separados una mínima distancia regulada en el Decreto 283 de 1990 del Ministerio de Minas y Energía, Se deberá consultar este decreto para los aislamientos a linderos e infraestructura vecina dependiendo de los tanques a construir.

✓ Cargadero y descargadero

Los cargaderos son estructuras metálicas construidas en acero y compuestas por escaleras para facilitar el acceso del personal operativo, zona de trabajadero donde el operador realiza la maniobra de cargue de camiones, escalera basculante para acceder desde el trabajadero a las escotillas de cargue de los carrotanques y cubierta para proteger a los operadores de las condiciones climáticas. A esta estructura se le adosan las tuberías y mecanismos de transporte y control de fluidos que se vayan a cargar.

Todo cargadero y estructura para trabajo en altura debe ser certificado por un profesional competente, asegurando su correcto diseño y construcción según lo dispuesto por la legislación vigente.

➤ **Sistema de agua de producción**

✓ Tanques skimmer o desnatadores

El tratamiento de agua en las facilidades generalmente se realiza en dos tipos de tanques skimming o desnatadores.

Los tanques Skimming tipo I reciben agua proveniente de los separadores trifásicos y/o de los Gun Barrel. El fluido entra por la parte inferior del tanque y separa las gotas de aceite diluidas en el agua; el agua separada asciende por una tubería central al tanque y se dirige hacia el skimmer tipo 2. El aceite separado del agua se conduce a la red de aguas aceitosas para su reproceso.

Pasado el tiempo de residencia establecido en los diseños de la facilidad, el agua es conducida a los tanques skimming Tipo II, donde también se garantizará un periodo de retención luego del cual el agua es succionada por las bombas booster y conducida al proceso de filtración y disposición final. El aceite separado es atrapado por una tubería adosada a un flotador en la parte superior del tanque y conducido a la red de aguas aceitosas para su reproceso.

Los tanques Skimmer tipo I y II cuentan normalmente con cuatro boquillas principales: una para la entrada del agua, una para la salida de agua tratada, una para el desnate y otra para el drenaje. Los cabezales de desnate y drenaje son conducidos normalmente a recirculación mediante re bombeo a la entrada de los tanques GB.

✓ Filtros

El agua producida y desnatada en los tanques skimmer es enviada a filtros que pueden ser de cáscara de nuez o de palma africana. Es impulsada por bombas booster, las cuales hacen pasar el fluido a través de un lecho filtrante para reducir su contenido de grasas para finalmente alimentar bombas principales de inyección y ser conducida a pozos inyectoros o disposal.

Generalmente la presión de operación de los filtros está alrededor de 50 psi en la tubería de entrada al equipo. Para la selección del equipo y su capacidad de diseño se debe verificar la presión y temperatura de diseño y operación, el contenido de aceite máximo libre y sólidos suspendidos totales en el agua de alimentación, y el tamaño de partículas a ser filtradas, entre otras. También se deberá revisar el tipo y capacidad de la bomba de retro lavado.

✓ Tanques decantadores

A medida que se acumula el crudo y las partículas sólidas en el lecho filtrante en el filtro, aumenta la caída de presión a través de este, por lo que se hace necesario el proceso de regeneración del lecho filtrante, conocido como un retrolavado. Los tanques decantadores es un recipiente que recibe el retro lavado de los filtros de agua de producción Este proceso se realiza cada cierto periodo de tiempo aproximado, entre 2 a 4 horas, donde el tiempo de secuencia de limpieza dependerá de las condiciones de filtrado y la presión diferencial del filtro,

En su parte inferior tiene un cono donde se depositan los sólidos luego de decantarse y diversas boquillas para retirar el agua clarificada, la cual es conducida a la red de aguas aceitosas para su reproceso.

➤ **Sistemas de inyección de agua**

El agua una vez es clarificada y filtrada, pasara a la succión en las bombas de inyección las cuales tendrán la función de proveer la presión suficiente para garantizar la ser distribución, transferencia (línea de flujo) del agua a los pozos a los pozos inyectoros y/o reinyectores ubicados en las plataformas multipozo.

Generalmente las bombas de inyección de alta presión son centrífugas, multietapas horizontales. Como todo sistema de bombeo cuentan con un filtro tipo canasta o "Y" en la succión para retener posibles sólidos en la corriente del fluido con el correspondiente indicador de presión aguas arriba y debajo de este elemento. Sobre la succión también cuenta con una PSV que protege la bomba ante eventos de sobrepresión, conduciendo el agua en este caso hacia los tanques decantadores y/o skimmer. También cuentan con un switch por baja presión el cual apaga la bomba si la presión de succión es demasiado baja. La descarga tiene un indicador transmisor de presión enlazada con la válvula de control de descarga y un switch de alta presión el cual apaga la bomba si la presión es demasiado alta.

➤ Sistema de Gas

✓ Scrubber

Se trata de un separador bifásico a presión cuya función es retirar el contenido de crudo y agua existentes en el gas producido. El sistema consta de un recipiente, sistema de medición y regulación de gas, válvula de seguridad, control de nivel, indicador de presión, temperatura y nivel. Internamente debería incluir una placa deflectora, un rompedor de vórtice y un extractor de niebla para reducir el arrastre de líquido en la tubería de gas que pudiera afectar el proceso aguas abajo.

✓ Knock Out Drum - KOD

Se trata de un separador bifásico a presión cuya función es retirar el contenido de crudo y agua existentes en el gas para quema. También recibe y amortigua los posibles disparos de alta presión que puedan alinearse a esta vasija. El sistema consta de un recipiente, control de nivel, indicador de presión y nivel, Internamente debería incluir un rompedor de vórtice. Se requiere una bomba para evacuar los fluidos aquí retenidos pues su presión de operación es muy baja.

✓ Teas y venteos

Las teas son equipos destinados para la quema de los fluidos producidos por venteos de seguridad en los recipientes de proceso y el gas que no se consume. Dependiendo de las características del proceso se debe dimensionar la tea siguiendo la Norma API 521 Guideline for Pressure-Relieving and Depressuring Systems.

De acuerdo con el volumen permitido de quema, se debe evaluar el requerimiento de instalar un sistema de ignición automático que permita asegurar una llama que realice la quema sin exponer a los operadores en dicha función.

Se deberán tener en cuenta distancias de separación apropiadas a bosques o vegetación adyacente a su ubicación, y en lo posible considerar la instalación de separadores para la retención de líquidos (se deberá asegurar pendiente suficiente sobre la línea de gas para garantizar la recolección de condensados en un recipiente tipo KOD).

El gas recuperado de los separadores de producción y prueba se envía hacia el scrubber, de tal forma que las gotas de líquido que hayan podido ser arrastradas, sean separadas para enviar el gas a los generadores. Si no se desea enviar el gas hacia los generadores, se tiene la posibilidad de enviar todo hacia el knock out drum para luego llevarse a tea.

Para las Facilidades Centrales de Producción FCP; se contempla Tea de Baja y Tea de Alta (ver **Tabla 2-90 a Tabla 2-92**); no obstante, para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37, se instalará solo una (1) tea por cada facilidad central de producción- FCP. Por lo anterior, el modelamiento de dispersión de contaminantes (Ver **Capítulo 4.8 Emisiones Atmosféricas y Capítulo 3.2.9. Atmósfera**), se realizaría tomando como referencia la tea de mayor capacidad (Tea de alta).

✓ Unidad recuperadora de vapor – VRU

El principal objetivo de una unidad recuperadora de vapor - VRU es tomar provecho de los gases de baja presión mediante un proceso en el cual se separan los condensados contenidos en el gas. Cada caso en particular se deberá analizar para validar la conveniencia de instalar estas unidades.

El principal input para analizar la instalación o no de estas unidades es la cantidad y composición del gas presente. El principal componente es el metano encontrando también compuestos de hidrocarburos como propano, butano y etano, gases inertes como nitrógeno y dióxido de carbono y contaminantes como benceno, tolueno, etil-benceno y xileno, entre otros.

Este tipo de unidades se componen generalmente por un scrubber de succión, un compresor, un reservorio de aceite, un enfriador, y un scrubber de salida.

El gas de baja presión proveniente del proceso ingresa al scrubber de succión de la VRU donde se realiza una separación del gas y los condensados que hayan podido entrar al sistema. Luego, el gas es comprimido y dirigido a un reservorio de aceite, luego a un enfriador de gas y posteriormente a un scrubber de salida de la VRU. A la salida del paquete se mide el flujo de salida de gas y posteriormente es conducido a generación, una planta de recuperación de líquidos o a la tea.

Los condensados que se obtienen tanto del scrubber de succión como de descarga son dirigidos hacia los tanques de almacenamiento o al cabezal de recirculación de la facilidad.

✓ Unidad recuperadora de líquidos- PRL

El principal objetivo de una planta recuperadora de líquidos – PRL es aprovechar el gas de media presión mediante un proceso en el que se separan condensados por enfriamiento. Este paquete se compone de un intercambiador de calor, un tanque de almacenamiento, una bomba de recirculación, un chiller y un separador.

El gas proveniente del proceso sea VRU y/o separador de producción, ingresan al intercambiador de calor donde se enfría por transferencia de calor con el fluido proveniente del chiller; posteriormente el gas ingresa al separador donde se separan los condensados que se hayan podido producir en el proceso de enfriamiento. El fluido proveniente del chiller ingresa al intercambiador de calor y luego es retornado a un tanque de almacenamiento para ser bombeado hacia el chiller nuevamente.

Del separador de producción se obtiene gas que luego de ser medido es enviado hacia el cabezal de generación, condensados y agua que son transportados hacia el cabezal de recirculación o a tanques de almacenamiento según conveniencia.

✓ Unidad de Reducción y Control de Presión – RCU

Una unidad de reducción y control de presión – RCU es usada para descargar el gas natural comprimido que es transportado desde otras facilidades de producción. Generalmente se

requieren dos o más etapas de descompresión durante las cuales el gas es calentado mediante intercambiadores de calor que pueden ser eléctricos o a gas.

➤ **Facilidades de tratamiento de gas**

Con unos escenarios de producción de gas para el Área de Desarrollo VSM-37 de 10,000 MSCFD, se plantea la adecuación de facilidades de tratamiento de gas, que estarían ubicadas dentro de las áreas proyectadas para las facilidades definitivas de producción e integradas a los sistemas o procesos establecidos para las mismas.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se describen otros sistemas que se tendrían dentro de estas facilidades para el tratamiento de gas:

✓ Separadores

En los procesos de separación inicial para el tratamiento de gas se contará con separadores trifásicos que de acuerdo la presión operativa podrá ser de media, baja o alta presión; donde se retirará el agua en estado libre asociado al gas y los posibles hidrocarburos que pudieron ser arrastrados.

Todos los separadores estarán equipados con controles de nivel, válvulas de evacuación, visor de nivel, válvula de presión, switches de nivel y presión, válvulas de alivio y sistemas de medición de las corrientes generadas.

✓ Proceso de acondicionamiento del gas

Para dar cumplimiento al contenido de humedad en el gas o que el contenido de agua de agua sea igual o inferior a 6 lb/MPCD se emplazarán patines de deshidratación (Unidad deshidratadora de gas -TEG) que contenga todos los equipos e instrumentación necesaria para una operación eficiente y segura.

El principio de operación de la unidad de deshidratación es: el gas fluye al absorbedor, pasando por el scrubber integrado en la parte inferior de la vasija, donde se retirarán los posibles líquidos libres; luego, fluye a contracorriente con el TEG que retiene el vapor de agua contenido en el gas de entrada.

El TEG también retiene compuestos de hidrocarburos y volátiles orgánicos (VOCs) que vaporizan con el agua en el proceso de regeneración en el rehervidor. El gas seco que fluye del absorbedor pasa a través de un intercambiador gas/glicol donde enfría el glicol pobre o regenerado. El glicol húmedo o rico que sale del absorbedor pasa a través de un serpentín en el tope de la columna de destilación a efectos de condensar los posibles hidrocarburos y glicol arrastrados en el vapor de agua. Este control de temperatura disminuye los arrastres excesivos de glicol e hidrocarburos.

El glicol rico posteriormente pasa por el intercambiador glicol caliente/gas, que tiene por objeto calentarlos antes de ingresar al Skimmer o desnatador y facilitar el “flasheo” para remover hidrocarburos disueltos. El glicol rico sale del skimmer y pasa por el sistema de filtración para eliminar sólidos e hidrocarburos antes de entrar al rehervidor y prevenir la formación de depósitos sólidos en los tubos de fuego del rehervidor, incrementado la

eficiencia y vida útil de los mismos. El glicol antes de entrar el rehervidor y después del sistema de filtración pasa por otro intercambiador de calor glicol/glicol para elevar su temperatura y optimizar el uso del combustible en el proceso de regeneración. El glicol entra a la columna de destilación y fluye hacia el rehervidor por la sección empacada.

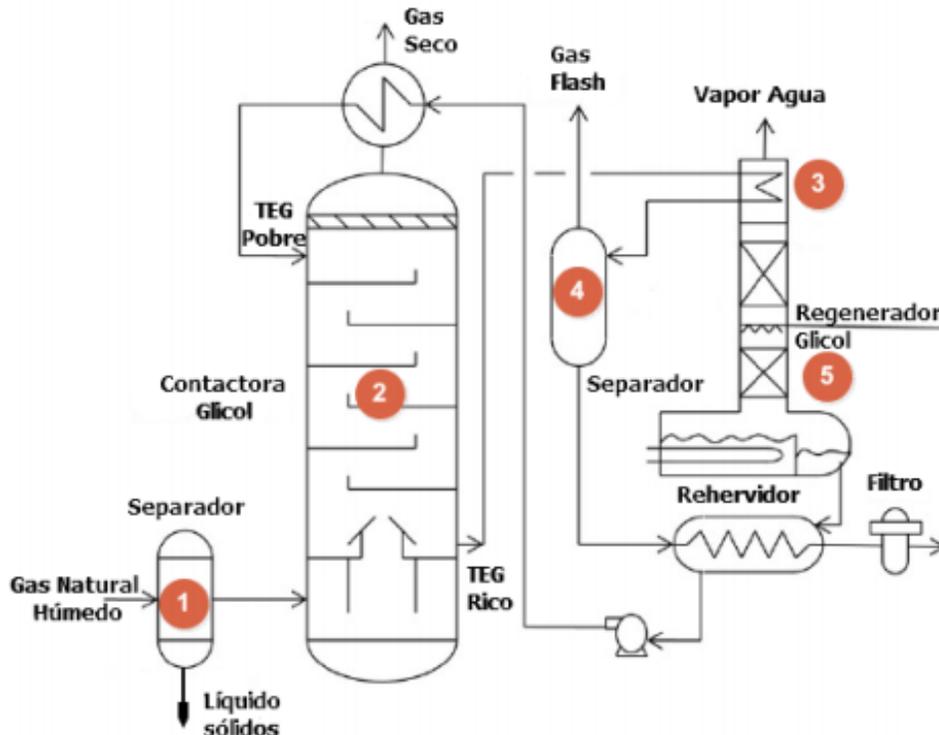


Figura 2-102 Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de gas - TEG

Fuente: Documento virtual disponible en file:///C:/Users/proyectos%20/Desktop/15513-21921931049-1-SM.pdf

- Control de Dew Point,

Para el control de dew-point se podrán utilizar dos (2) sistemas de tratamiento Unidad Joule Thomson o Unidad Dew Point, los cuales se describen a continuación:

Unidad Joule Thomson

Este ensamblaje estará montado en un patín con equipos estratégicamente distribuidos, los cuales consistirán en intercambiadores de calor Gas/Gas, bypass para control de temperatura, sistema de válvulas Joule Thomson, separador frío e intercambiador Gas/Condensados.

Unidad Dew Point

La unidad Dew Point estándar estará en capacidad de operar a temperaturas ambientales de 20 °F hasta 50 °F. El gas ingresará a un intercambiador de calor gas/gas para disminuirle

la temperatura a la corriente de gas antes de ingresar a un enfriador (chiller) que utilizará propano como refrigerante, en este proceso se inyectará etilenglicol (EG) para inhibir la formación de hidratos durante el proceso de enfriamiento. Luego de este proceso, los condensados de hidrocarburo, agua y etilenglicol (EG) serán retirados de la corriente de gas en el separador de baja temperatura (LTS). El gas retirado del LTS regresará al intercambiador gas/gas para disminuirle la temperatura a la corriente de gas de entrada.

El agua y el EG provenientes del separador de baja temperatura (LTS) se enviarán a una columna de absorción con el fin de deshidratar el EG para recircularlo nuevamente al sistema con el objeto de tener un flujo constante de agente deshidratador, los demás equipos serán similares a los propuestos en la alternativa Joule Thomson.

✓ **Sistemas auxiliares**

- *Intercambiadores de calor de tubo y cascara*

Se encargan de poner en relación de intercambio de calor la corriente refrigerante con otro fluido. Se dispondrán de intercambiadores de calor de tubo y cascara Gas-Glicol y Gas-Gas, con capacidades entre 1 a 10 MMSCFD.

- *Compresores*

El gas de producción previamente tratado podrá usarse en compresión generación para la venta a terceros por gasoducto (tubería), y/o gasoducto virtual (cargue GNC). Se contará con un sistema de compresión de gas, donde el gas a través de los cabezales de succión entrará a los compresores; para finalmente a una mayor presión, ser enviado a las líneas de descarga.

Sistema de compresión gasoducto (tubería): El gas a la salida del área de tratamiento de gas es enviado a la succión de un sistema de compresión que permite elevar la presión a la requerida para su venta por gasoducto (Aprox 1200 psi) y posterior distribución por la red nacional.

Sistema de compresión gasoducto Virtual (Cargue GNC): El gas a la salida del área de tratamiento de gas es enviado a la succión de un sistema de compresión que permite elevar la presión a la requerida para su venta por camiones (Aprox 3600 psi) y posterior distribución vía terrestre hacia los consumidores potenciales (su volumen está limitado al que es posible cargar en un camión).

- *Tanques de almacenamiento*

Se contará con tanques de almacenamiento para el almacenamiento verticales y/o horizontales para el almacenamiento de condensados, aguas de formación, GLP, Diésel, entre otros.

➤ **Infraestructura y/o equipos de las Facilidades de producción**

Regularmente las especificaciones de los equipos de las Facilidades de producción dependerán principalmente de los criterios de diseño en las capacidades de producción, A continuación, se relacionan los equipos de acuerdo con los tipos de facilidades de



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA EL ÁREA DE DESARROLLO
VSM-37**

CODIGO: COL-HSE-FT-311
EMISIÓN: 28-08-2023
VIGENCIA: 28-08-2023
VERSIÓN: 1

producción planteadas, Estos equipos u otros podrán replantearse en caso de acuerdo con las necesidades operacionales de producción.

Tabla 2-90 Infraestructura y/o equipos de cada una de las Facilidades Tempranas de Producción

FACILIDADES TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN						
GENERALIDADES						
Capacidad de manejo de fluidos: 5,000 BFPD expandible a 20.000 BFPD Corte de agua: 0,5% - 95% Gas: 0,5 -5 MMSCFD Presión Cabeza de Pozo: 700 Psi Crudo: 16 – 45 °API Almacenamiento de crudo: Aproximadamente igual a un día de producción						
EQUIPO Y/O INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD	FLUIDO	PRESIÓN OPE PSI	TEMP, OPE, °F	CAPACIDAD	COMENTARIOS
RECIPIENTES DE PROCESO						
Manifold Producción	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	-	ANSI 300
Separador de producción	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	5,0 MMSCFD / 10,000 BPD	Separador ANSI 150
Separador de prueba	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	2,0 MMSCFD / 5,000 BPD	Separador ANSI 150
K, O, Drum Baja	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
K, O, Drum Alta	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	5 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
Scrubber	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 100	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 150
Bota de gas	2	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	0,5 MMSCFD/ 7,000 BPD	Interna o externa
Gun Barrel	2	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	550 - 650 Bls / 7,000 BPD	Vertical
Filtro de agua de producción	1	Crudo/Agua	60	120 - 250	12,500 BPD	Cáscara de nuez o palma africana
TANQUES DE ALMACENAMIENTO						
Tanque almacenamiento de crudo	12	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
Tanque de Prueba	2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
Tanque skimmer Tipo 1	2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
Tanque skimmer Tipo 2	2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
Tanque decantador	2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Cónico

FACILIDADES TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN						
Tanque almacenamiento Diesel	1	Diesel	ATM	120 - 250	250-500 Bls	Vertical
Tanque API para aguas aceitosas	1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	100-500 Bls	Vertical - Horizontal
BOMBAS						
Bomba transferencia de crudo	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
Bomba booster de agua	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	450 GPM	Centrífuga
Bomba de recirculación	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
Bomba de inyección	1	Aceite/Agua	900 - 2500	120 - 250	12,500 BPD	Centrífuga
Bomba de condensados	2	Condensados	60	120 - 250	50 - 150 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
Bomba de drenajes	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
SISTEMA ELÉCTRICO						
Switch gear de generación	1	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
Centro de control de motores	1					
Tablero de distribución	1					
Generador Diesel	1	Diesel	N/A	N/A	1 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
Generador Gas	2	GAS	N/A	N/A	1 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
EQUIPOS AUXILIARES						
Compresor de aire	2	Aire	120	120 - 250	45 CFM	Con tanque acumulador 15 min,
Tea Baja**	1	Gas	ATM	120 - 250	2,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura

FACILIDADES TEMPRANAS DE PRODUCCIÓN

Tea Alta**	1	Gas	ATM	120 - 250	5,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura
Intercambiador de calor	*	Crudo	150	200-300	734 ft ² ; 4,7 MMBTU/Hr	Crudo / Vapor tipo AES
Caldera	*	Aceite / Vapor	150	200-300	200-400 BHP	Piro tubular quemador crudo / ACPM
Bomba diésel	*	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
Bomba sistema contraincendios	*	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
Unidad recuperadora de Vapor	*	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	A evaluar	A evaluar
Planta recuperadora de líquidos	*	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	0 - 250	A evaluar	A evaluar
Cargadero 2 bahías	1	Crudo / Agua	0 -50	120-250	10,000 bls	

**Por cada Facilidad Temprana de Producción se instalará una sola tea

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-91 Infraestructura y/o equipos de la Facilidades Centrales de Producción

FACILIDADES CENTRALES DE PRODUCCIÓN

GENERALIDADES

Capacidad de manejo de fluidos: 20,000 – 60,000 BFPD (o superior)

Corte de agua: 0,5% - 95%

Gas: 10 MMSCFD

Presión Cabeza de Pozo: 700 Psi

Crudo: 16 – 45 °API

Almacenamiento de crudo: Aproximadamente igual a un día de producción

EQUIPO Y/O INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD	FLUIDO	PRESIÓN OPE PSI	TEMP, OPE, °F	CAPACIDAD	COMENTARIOS
RECIPIENTES DE PROCESO						
Manifold Producción	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	-	ANSI 300, Expandible
Separador de producción	2	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	5,0 MMSCFD / 45,000 BPD	Separador ANSI 150
Separador de prueba	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	2,0 MMSCFD / 10,000 BPD	Separador ANSI 150
K, O, Drum Baja	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	2,0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150

FACILIDADES CENTRALES DE PRODUCCIÓN						
K, O, Drum Alta	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	10 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
Scrubber	2	Gas/Aceite/ Agua	0 - 100	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 150
Bota de gas	2	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	2 MMSCFD/ 40,000 BPD	Interna o externa
Tanque multipropósito	2	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	5,000 Bls	Vertical
Filtro de agua de producción	3	Crudo/Agua	60	120 - 250	50,000 BPD	Cáscara de nuez o palma africana
TANQUES DE ALMACENAMIENTO						
Tanque almacenamiento de crudo	15	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
Tanque almacenamiento	3	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	5,000 Bls	Vertical
Tanque de Prueba	2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
Tanque skimmer Tipo 1	1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	5,000 Bls	Vertical
Tanque skimmer Tipo 2	1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	5,000 Bls	Vertical
Tanque decantador	4	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	625 Bls	Cónico
Tanque almacenamiento Diesel	1	Diesel	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
Tanque API para aguas aceitosas	1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
BOMBAS						
Bomba transferencia de crudo	4	Aceite/Agua	60	120 - 250	450 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
Bomba booster de agua	3	Aceite/Agua	60	120 - 250	1500 GPM	Centrífuga
Bomba de recirculación	4	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
Bomba de inyección	4	Aceite/Agua	900 - 2500	120 - 250	20,000 BPD	Centrífuga
Bomba de condensados	3	Condensados	60	120 - 250	50 - 150 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
Bomba de drenajes	4	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
SISTEMA ELÉCTRICO						

FACILIDADES CENTRALES DE PRODUCCIÓN

Switch gear de generación	1	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
Centro de control de motores	1					
Tablero de distribución	1					
Generador Diesel	3	Diesel	N/A	N/A	1 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
Generador Gas	14	Gas	N/A	N/A	1 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
Turbina a gas	3	Gas	N/A	N/A	6,8 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
EQUIPOS AUXILIARES						
Compresor de aire	2	Aire	120	120 - 250	60 CFM	Con tanque acumulador 15 min,
Tea Baja**	1	Gas	ATM	120 - 250	2,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura
Tea Alta**	1	Gas	ATM	120 - 250	10,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura
Intercambiador de calor	*	Crudo	150	200-300	734 ft ² ; 4,7 MMBTU/Hr	Crudo / Vapor tipo AES
Caldera	1	Aceite / Vapor	150	200-300	400 BHP	Piro tubular quemador crudo / ACPM
Bomba diésel	*	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
Bomba sistema contraincendios	*	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
Unidad recuperadora de Vapor	*	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	A evaluar	A evaluar

FACILIDADES CENTRALES DE PRODUCCIÓN

Planta recuperadora de líquidos	*	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	0 - 250	A evaluar	A evaluar
Cargadero 2 bahías	2	Crudo / Agua	0 -50	120-250	10,000 bls	

**Por cada Facilidad Central de Producción se instalará hasta dos teas

Fuente: PAREX, 2023

Tabla 2-92 Infraestructura y/o equipos para el tratamiento de Gas

FACILIDAD DE TRATAMIENTO DE GAS

GENERALIDADES

Capacidad de manejo de Gas: 0,5 - 10,0 MMSCFD

Capacidad de manejo de fluidos: 5,000 BPD

Presión Cabeza de Pozo: 50 a 3000 Psi

Almacenamiento de crudo: Aproximadamente igual a un día de producción

EQUIPO Y/O INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD	FLUIDO	PRESIÓN OPE PSI	TEMP, OPE, °F	CAPACIDAD	COMENTARIOS
RECIPIENTES DE PROCESO						
Manifold Producción	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	-	ANSI 300 – 600#, Expandible
Aero-enfriador		Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	0,5 - 10 MMSCFD	
Intercambiador cascara / Tubos	2	Gas / Glicol	150 - 200	40 – 50°F	1,0 MMBTU/hr	
Intercambiador cascara / Tubos	1	Gas / Gas	150 - 200	40 – 50°F	1,0 - 10 MMSCFD	
K, O, Drum Baja	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 30	120 - 250	1,0 - 2,0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150#
K, O, Drum Alta	1	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	10 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150 #
Separador de Baja	1	Gas/Aceite/ Agua	30 - 250	120 - 250	2,0 MMSCFD / 1,000 - 3000 BPD	Separador ANSI 150#
Separador de Media	1	Gas/Aceite/ Agua	250 - 700	120 - 250	1,0 – 5,0 MMSCFD / 1,000 - 3000 BPD	Separador ANSI 300#
Separador Frío	1	Gas/Aceite/ Agua	400 - 1200	40 – 50°F	1,0 - 10 MMSCFD / 2,000 BPD	Separador ANSI 600#
Separador de Alta	1	Gas/Aceite/ Agua	150 - 200	40 – 50°F	0,5 - 2,0 MMSCFD / 1,000 BPD	Separador ANSI 150#

FACILIDAD DE TRATAMIENTO DE GAS						
Separador de Alta	1	Gas/Aceite/ Agua	700 - 1200	40 – 250°F	1,0 - 10,0 MMSCFD / 3,000 BPD	Separador ANSI 600#
Scrubber Pulmón VRU	2	Gas/Aceite/ Agua	0 – 200	120 - 250	0,5 – 3,0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 150#
Scrubber Pulmón VRU	1	Gas/Aceite/ Agua	200 - 700	120 - 250	0,5 – 3,0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 300#
Filtros Peco	4	Gas / Condensado	30 - 150	120 - 250	0,5 MMSCFD	ANSI 150# - 300#
Torre fraccionadora	2	Gas/ GLP / Gasolina natural	100 - 450	120 - 250	*	Torres de-etanizadora y de-butanizadora
Unidad regeneradora de glicol	1	Agua / Glicol	0 - 50	120 – 400	---	
Unidad de refrigeración	2	Refrigerante / Glicol	0 - 60	40 – 50°F	60 gpm	
Unidad de calentamiento,	1	Aceite térmico / VApor	0 - 250	100 – 500	---	
Torre Contactora de glicol	1	Gas/Aceite/ Agua	500 - 1200	120 - 250	1,0 - 10 MMSCFD / 500 BPD	Equipo ANSI 600#
Patin control dew Point	1	Gas / Condensado / agua	300 - 1200	20 - 50	0,5 – 10 MMSCFD	Equipo ANSI 600#
Compresor principal	1	Gas / Condensado	150 - 200	120 - 250	2,0 MMSCFD / 1,000 BPD	Separador ANSI 150#
Unidad recuperadora de Vapor	1	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	0,1 – 2,0 MMSCFD	
Compresor GNC	1	Gas / Condensado	300 - 3600	60 - 150	500 – 2000 m3/h	
Columnas de cargue	1	Gas	1000 - 3600	60 - 150	500 – 4000 m3/h	
Unidad descompresora	1	Gas	50 - 3600	60 - 150	500 – 4000 m3/h	
TANQUES DE ALMACENAMIENTO						
Tanque almacenamiento de Condensado	4	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
Tanque almacenamiento de GLP		GLP	50 - 250	120 - 250	10,000 – 40,000 gal	Horizontal

FACILIDAD DE TRATAMIENTO DE GAS

Tanque almacenamiento Diesel	1	Diesel	ATM	120 - 250	250 Bls	Horizontal
Tanque API para aguas aceitosas	1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
Tanque estratificador	1	Agua / Glicol	Atm	40 – 50°F	1,000 gal	
BOMBAS						
Bomba de agua	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	10 - 200 GPM	Centrífuga
Bomba de Condensado	2	Condensados	60	120 - 250	10 - 200 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
Bombas para GLP		GLP	0 - 120	120 - 250	100 - 450 gal	
Bomba de drenajes	2	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
Bombas de glicol	2	Glicol	50 - 1200	120 - 350	10 -100 GPM	
SISTEMA ELÉCTRICO						
Switch gear de generación	1	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
Centro de control de motores	1					
Tablero de distribución	1					
EQUIPOS AUXILIARES						
Compresor de aire	2	Aire	120	120 - 250	60 CFM	Con tanque acumulador 15 min,
Tea Baja**	1	Gas	ATM	120 - 250	1,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura
Tea Alta**	1	Gas	ATM	120 - 250	2,0 MMSCD	Vertical, 15 metros altura
Bomba diésel	*	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
Bomba sistema contraincendios	*	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
Cargadero 2 bahías	2	Crudo / Agua	0 -50	120-250	10,000 bls	

**Por cada Facilidad de Tratamiento de Gas se instalará una sola tea.

Fuente: PAREX, 2023.

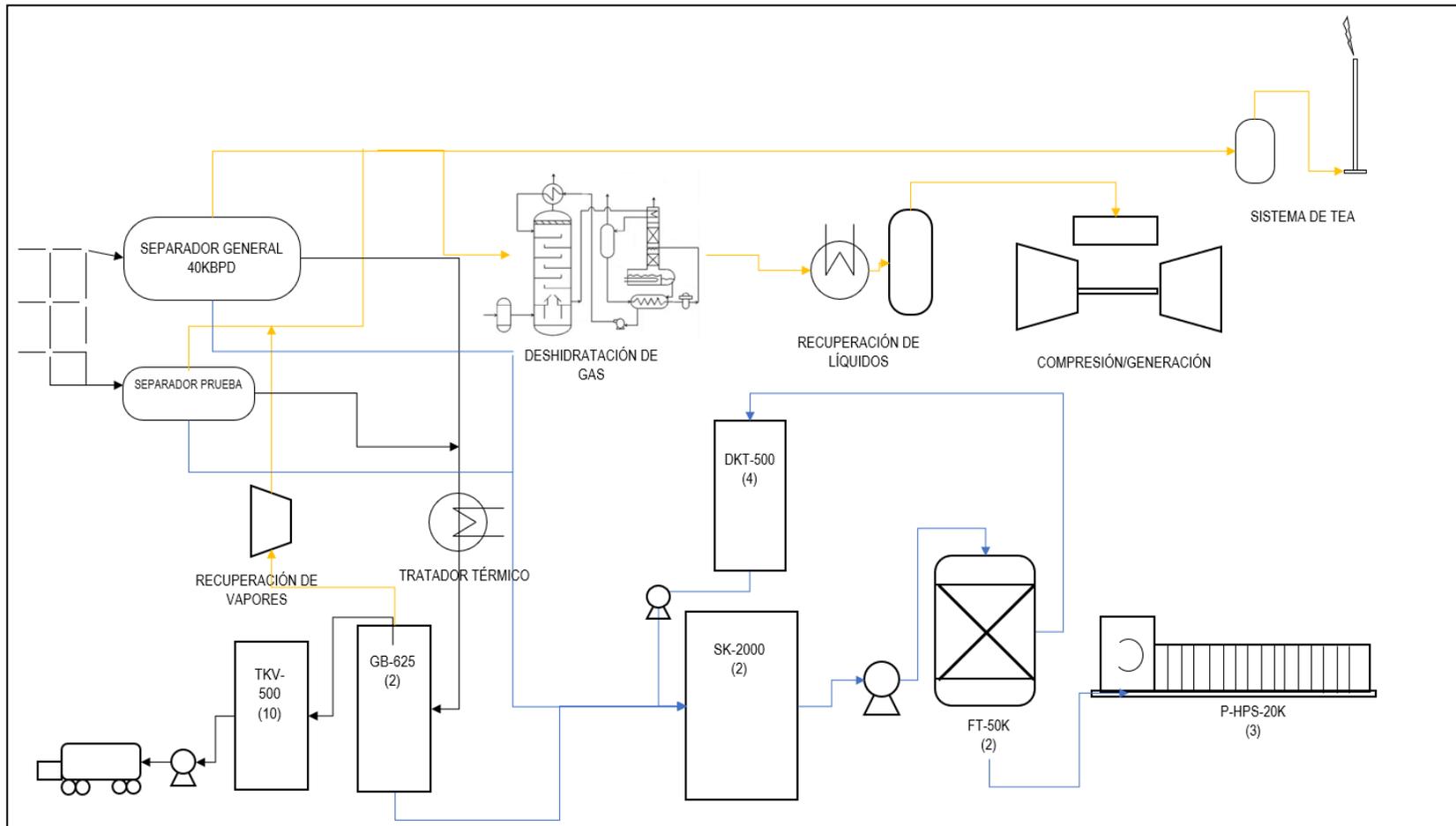


Figura 2-103 Diagrama de flujo tipo de los procesos para las Facilidades de Producción

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.7.4 Ubicación de instalaciones y métodos constructivos

Teniendo en cuenta que las facilidades de producción: facilidades centrales de producción se construirán a partir de la ampliación de plataformas multipozo o en áreas nuevas, los métodos constructivos, serán similares a los establecidos y descritos anteriormente para las locaciones o plataformas, y por ende incluye: localización y replanteo, movilización de maquinarias y equipos, desmonte y descapote, cortes, excavaciones y rellenos, cuneteo, nivelación y compactación, construcción de obras de drenaje y geotecnia, conformación del terreno, construcción de estructuras (canales perimetrales, desarenadores, skimmer, casetas, diques, etc.), ZODME y Zona de préstamo.

Cabe resaltar, que las facilidades tempranas de producción se ubicaran dentro de cada una de las plataformas multipozo a construir, sin superar el área máxima de cinco (5) ha de intervención solicitadas para las mismas. A continuación, se describen las obras adicionales que se proyectan desarrollar en el área de las facilidades de producción:

➤ **Redes de drenaje**

Las redes de drenaje estarán compuestas principalmente por canales perimetrales a las áreas en las cuales se ubicarán los equipos y la infraestructura susceptible de generar residuos líquidos aceitosos y que pueden mezclarse con aguas lluvias.

✓ **Cunetas Perimetrales**

Como parte del sistema de drenaje de las facilidades de producción y una vez conformada la rasante de esta, se procederá con la construcción de cunetas de aguas lluvias perimetrales al terraplén. Serán de sección trapezoidal en todo el contorno de la explanación; de acuerdo con el tamaño de la plataforma se proyectará el drenaje hacia uno o dos puntos con descarga direccionada al Desarenador / Trampa de grasa proyectado.

Se construirán en concreto con una pendiente mínima del 0,1% hacia los sitios de descole y tendrán una profundidad mínima de 10 cm al inicio del drenaje o según como se indique en los planos de construcción. El hombro interior de la cuneta deberá estar nivelado con la rasante de la localización para garantizar el drenaje. En la **Figura 2-104**, se presenta el diseño tipo de cunetas perimetrales.

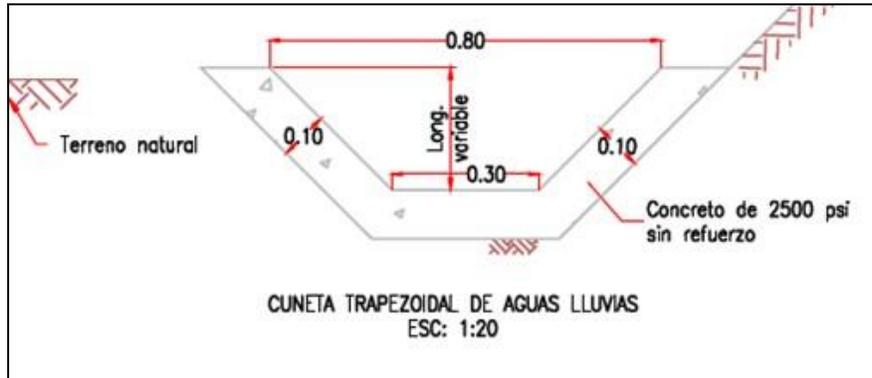


Figura 2-104 Diseño tipo de cunetas perimetrales

Fuente: PAREX, 2023.

✓ Estructuras de disipación de energía de aguas lluvia

Se construyen aguas abajo de las cunetas de aguas lluvia y/o de los desarenadores con el objeto de disminuir la energía del agua y mitigar los posibles procesos de erosión causados por el caudal de agua captado de la superficie facilidad y/o cunetas del proyecto. Se construyen en áreas donde la topografía es montañosa. El manejo de aguas de escorrentía en zonas de alta pendiente se realiza con disipadores en piedra pegada, sacos suelos, o con escalones en concreto como los que aparecen a continuación. En la **Figura 2-105**, se presenta el diseño tipo para los disipadores de energía, el manejo de aguas de escorrentía.

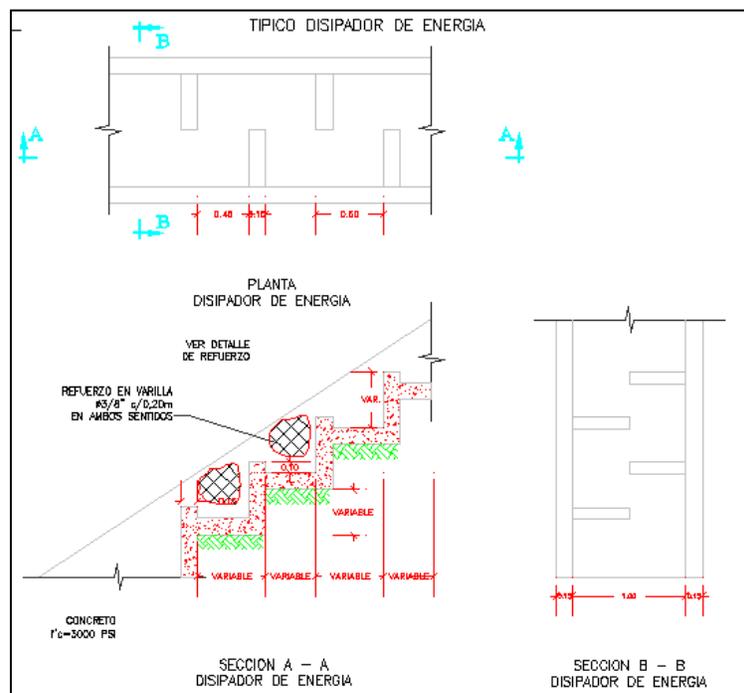


Figura 2-105 Diseño tipo de disipadores de energía

Fuente: PAREX, 2023.

✓ Desarenadores /Trampa de grasas (skimmer)

Como parte del sistema de aguas lluvias de las facilidades de producción se construirán desarenadores / trampas de grasa en concreto reforzado o metálicos, cuya estructura tendrá las funciones de retener las partículas de las aguas superficiales que puedan sedimentarse, además de retener las grasas, aceites y sustancias cuya densidad sea menor que la del agua. Estas estructuras se encuentran en el punto de entrega de las cunetas perimetrales de aguas lluvias de la facilidad de producción. El diseño básico de los desarenadores – trampas de grasa a construir se puede observar en la **Figura 2-106**.

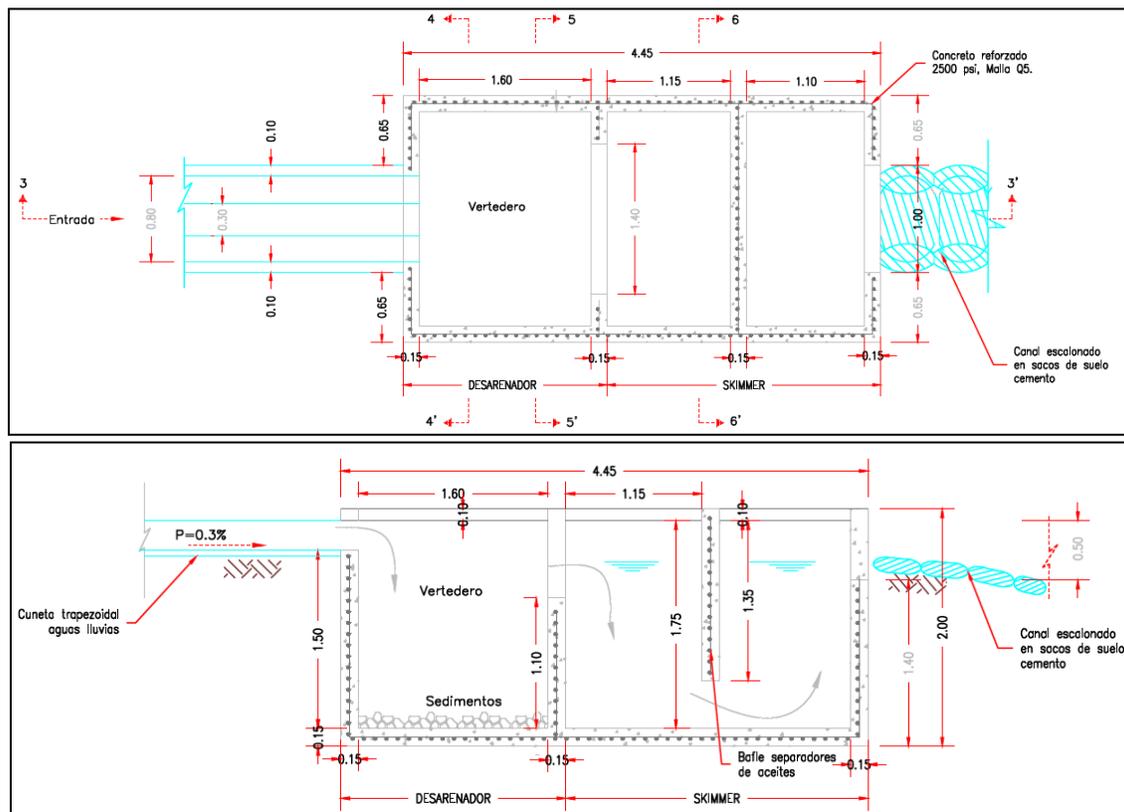


Figura 2-106 Diseño tipo de los desarenadores/trampa de grasas

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.7.4.1 Instalaciones de Apoyo y servicios auxiliares

➤ **Almacenamiento de combustibles**

El combustible para el funcionamiento de generadores y equipos será almacenado en tanques y estarán protegidos con un dique de contención impermeabilizado mediante la utilización de un dique en saco-suelo recubierto con geomembrana, diques portátiles, etc. Dichos diques deben contener el 110% de la capacidad de almacenamiento del tanque de mayor volumen y contará con cunetas y caja de recolección de aguas aceitosas.

➤ **Zona de Almacenamiento de insumos**

Se contará con un área para el almacenamiento de los insumos propios de la operación. Se construirá una placa en concreto con estructura metálica y cubierta para resguardar los materiales a almacenar de las condiciones atmosféricas como lluvia y la radiación directa del sol. Para el caso de productos químicos y aceites, se adecuará diques de almacenamiento y trampas de grasas para contener posibles derrames.

➤ **Cerramiento**

La zona de servidumbre podrá contar con un cerramiento de seguridad con postes y alambre de púas y malla galvanizada en caso de requerir aislar completamente el área de proceso. Los postes para el cerramiento podrán ser de cemento, material de reciclaje conglomerado o madera (postes en madera adquiridos a proveedores con las autorizaciones, permisos y licencias legales para su producción y comercialización). El alambre de púas y la malla galvanizada tendrán la tensión y proximidad necesaria para evitar el paso de animales y personal no autorizado al interior de las facilidades.

➤ **Iluminación y apantallamiento**

Las facilidades de producción contarán con iluminación en los sitios críticos de la operación. Para esto se instalarán postes en concreto, a los que se adaptarán luminarias para cubrir las facilidades. De igual manera se instalarán pararrayos que cumplan con el objeto de proteger las facilidades ante descargas eléctricas.

➤ **Almacenamiento de residuos sólidos**

Se adecuará un espacio para el almacenamiento de los residuos sólidos generados (peligrosos y no peligrosos). La superficie donde se dispondrán los residuos será impermeable, utilizando concreto o casetas transportables metálicas que contengan cualquier tipo de lixiviado que pueda ser generado. Contará con una caja para recolección de lixiviados y con cerramientos en mampostería y/o mallas galvanizadas para su aislamiento con el medio. Los residuos serán transportados y entregados a una empresa con licencia ambiental para su manejo y disposición final.

➤ **Talleres**

Contará con talleres para el mantenimiento y reparación mínima de equipos e infraestructura asociada a la operación de la facilidad.

➤ **Área administrativa y de control de operaciones**

Se adecuará una zona para el funcionamiento de las oficinas, sala de control de operaciones, laboratorio, casino y campamento. En ella se ubicará el personal que intervendrá durante la etapa de operación de las facilidades instaladas. Las instalaciones podrán ser tipo contenedor, o definitivas fabricadas en mampostería y concreto.

➤ Zona de campamentos

En esta área se localizan contenedores que cumplen la función de campamentos, donde se alojará el personal que manera permanente debe estar dentro de las facilidades. Algunas de las áreas de servicio con las que contara los campamentos base de las facilidades son:

- ✓ Área de oficinas
- ✓ Alojamiento de personal
- ✓ Área para parqueo
- ✓ Área para casino
- ✓ Área para acopio de insumos y materiales
- ✓ Instalaciones sanitarias

Cabe destacar que las aguas residuales domésticas y no domésticas se dispondrán con terceros autorizados y/o mediante *recirculación* por riego en vías a utilizar por el proyecto, **(Ver Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales - Capítulo 4,3 Vertimientos)**

➤ Aguas potables y residuales

Corresponde a las áreas dispuestas dentro de las facilidades de producción para el almacenamiento de agua potable de consumo humano y las de tratamiento de las aguas residuales. Estos sistemas se diseñarán contemplando el consumo por concepto de laboratorios, casinos, campamentos, unidades sanitarias, porterías, entre otros, las cuales serán dispuestas de acuerdo con lo establecido en el **CAPÍTULO 4, DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES - Capítulo 4,3 Vertimientos**

➤ Tea

Como medida de seguridad, para la atención de eventuales influjos de gas, se instalará una tea de quemado; por lo anterior, la tea será un elemento de seguridad en donde solamente se quemarán eventuales influjos de gas y que será necesaria durante la producción.

Para las Facilidades Centrales de Producción FCP; se contempla Tea de Baja y Tea de Alta (ver **Tabla 2-90 a Tabla 2-92**); no obstante, para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37, se instalará solo una (1) tea por cada facilidad. Por lo anterior, el modelamiento de dispersión de contaminantes (Ver **Capítulo 4.8 Emisiones Atmosféricas y Capítulo 3.2.9. Atmósfera**), se realizaría tomando como referencia la tea de mayor capacidad (Tea de alta).

En cuanto a la ubicación de la tea, se localizará a una distancia mínima segura con relación a los sistemas operacionales de las facilidades de producción, cercada para evitar la entrada de personal ajeno a la operación y deberá ser ubicada en la misma dirección del viento.

En cuanto a sus especificaciones técnicas, esta deberá contar con una altura mínima de 15 m, en una zona de 20 m² libre de cualquier material que pueda ocasionar un incendio; de la misma manera, se ubicará en un foso de aproximadamente 5 m de lado y 1 m de profundidad, utilizando el material de excavación como un dique entorno al foso. El foso se

impermeabilizará con cemento a fin de evitar eventuales infiltraciones de aguas contaminadas con condensados. La tubería de conducción del fluido a incinerarse debe estar anclada.

Para el caso del manejo de las aguas residuales producto del funcionamiento de la tea, contará con motobomba y mangueras que conducirán las aguas eventualmente contaminadas al skimmer de la instalación para la recolección de las aguas residuales contaminadas.

➤ **Sistema de Inyección de Químicos**

Tiene como fin inyectar los diferentes tipos de químicos en los puntos requeridos por el proceso de deshidratación de crudo, incluyendo el tratamiento del agua producida, Los químicos a inyectar son: Rompedor directo, rompedor inverso, coagulante y floculante.

➤ **Zona de maniobras**

En las facilidades de producción, se requiere contar con un (1) zona de maniobra de hasta 0,065 ha, habilitada como Patio de tubería, Punto de Encuentro, zona para actividades de entrenamiento de Brigadas de Emergencia y zona de aterrizaje únicamente para atención de eventos contingentes. El diseño tipo a escala de la zona de maniobra en las plataformas se incluye en el **Anexo 16. Diseños**.

➤ **Vías de circulación interna**

Las vías que se localizarán dentro las facilidades, para permitir el acceso a las áreas de proceso se adecuarán con material de afirmado de tal forma que al extenderse y compactarse se genere una superficie firme. Se podrán utilizar métodos de estabilización con materiales cementantes y/o conglomerantes para mejorar su comportamiento mecánico.

➤ **Control de acceso**

Corresponderá a una estructura techada que se instalará al ingreso de las facilidades para el control de ingreso a las instalaciones. Podrá ser contenerizado o construido en mampostería y concreto. Su dimensionamiento y distribución será tal que se garantice la seguridad, funcionalidad y protección del medio.

2.2.3.7.5 Movimientos de tierras

La construcción de las Facilidades de Producción contempla el método de construcción de corte relleno compensado, razón por la cual se espera un volumen mínimo para disposición de material sobrante de construcción. Los volúmenes faltantes serán adquiridos de las fuentes de material que cuenten con los permisos mineros ambientales legales vigentes.

En la **Tabla 2-93** se relaciona los volúmenes estimados de movimientos de tierra para la construcción de las facilidades de producción. En los Planes de Manejo Ambiental específico se presentará el diseño detallado con los movimientos de cortes y rellenos a realizar en los sitios de construcción.

Tabla 2-93 Volúmenes estimados de movimiento de tierras para la construcción de facilidades de producción en el Área de Desarrollo VSM-37

DESCRIPCIÓN	NÚMERO TOTAL	ÁREA	ÁREA TOTAL	VOLUMEN DE MATERIAL DE DESCAPOTE e=0,25 m	VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO PARA TERRAPLÉN	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA e=0,10 m
		(ha)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Plataformas multipozo nuevas (Facilidades Tempranas)	15	5	750,000	187,500	747,000	100,000
Ampliación plataformas existentes para facilidades centrales de producción	3	2	60,000	20,000	40,000	6,000
Facilidades centrales de producción	3	7	210,000	70,000	140,000	21,000
TOTALES				277,500	927,000	127,000

Fuente: PAREX, 2023. ajustado por ASI S.A.S, 2023.

2.2.3.7.6 Estimativo de equipos, maquinaria y mano de obra

La maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción, y mantenimiento de las facilidades de producción pueden variar de acuerdo con los niveles de producción, el tipo de fluidos a manejar, la implementación de nuevas tecnologías, entre otras. En la **Tabla 2-94** y **Tabla 2-95** se presentan los equipos y mano de obra típicos utilizados durante la construcción de las facilidades de producción.

Tabla 2-94 Maquinaria y equipos típicos para la construcción de las facilidades de producción

PROCESO	MÁQUINA O EQUIPO	FUNCIÓN
Actividades constructivas y obras civiles	Retroexcavadora	Realizar excavaciones, demoliciones y en general movimiento de tierras y materiales
	Buldócer	Ejecutar descapotes, extender materiales y compactar.
	Moto niveladora	Perfilar el terreno, extender y nivelar materiales.
	Vibro compactador	Densificar el terreno y capas de materiales.
	Volquetas	Transporte de materiales.
	Carro tanques	Transporte y aplicación de agua.
	Mezcladoras y vibradores de concreto	Elaboración de elementos en concreto.
Movilización y montajes	Grúas, poleas, carros machos, montacargas	Sostener y mover cargas como equipos, elementos, accesorios y máquinas.
	Cama bajas y camiones	Transporte de maquinaria, equipos, materiales, elementos y accesorios en general.

PROCESO	MÁQUINA O EQUIPO	FUNCIÓN
	Equipo de soldadura y corte	Unión y corte de elementos y accesorios metálicos.
	Taladros, pulidoras y herramientas menores	Desmonte, retiro e instalación de equipos, elementos y accesorio.
Recibo, tratamiento, acopio y despacho de Fluidos	Múltiple	Permite el manejo de la producción total de los pozos que pasará por los separadores y el aislamiento de pozos para pruebas individuales de producción.
	Separadores	Separan los fluidos de producción mediante procesos físicos, Se clasifican como trifásicos (separación de los 3 fluidos gas-agua-crudo).
	Tanques de almacenamiento	Almacenan el líquido proveniente de los separadores y a su vez realizan una separación del crudo y del agua por diferencia de densidades y acción de la fuerza de gravedad.
	Tea	Quemar el gas residual de los procesos de tratamiento.
	Separadores API	Separar la mezcla de agua y crudo drenada de los tanques de almacenamiento, así como las aguas aceitosas recogidas, mediante procesos físicos y un tiempo de retención adecuado
	Piscinas	Tratamiento de agua para llevarla a las condiciones requeridas en la normatividad vigente antes de realizar el vertimiento.
	Bombas	Impulsar los fluidos para moverlos entre diferentes sitios.
	Sistema contra incendios	Atender posibles emergencias por conato o acción del fuego.
	Compresores de aire	Suministrar aire para el funcionamiento de los instrumentos instalados en la planta.
	Compresores de gas	Elevar la presión del gas para ajustarlo a condiciones de venta o para la generación de energía eléctrica.
	Generadores	Producir energía eléctrica para el funcionamiento de los diferentes equipos, en caso de interrupción en el suministro.

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-95 Mano de obra estimada para la construcción de las de las facilidades de producción

PERSONAL	CANTIDAD	MANO DE OBRA
Interventor técnico (ingeniero civil)	1	MOC
Interventor HSE (ingeniero civil o ambiental)	1	
Ingeniero residente de la firma contratista (ingeniero civil)	1	
Administrador de la firma contratista	1	
Supervisor HSE de la firma contratista	1	
Supervisor de obra	1	

PERSONAL	CANTIDAD	MANO DE OBRA
Topógrafos (uno de la firma contratista y otro de la Interventoría)	1	
Cadeneros (uno de la firma contratista y otro de la Interventoría)	2	
Operador de cargador	2	
Operador de motoniveladora	1	
Operador de vibro compactador	1	
Operador de mezcladora de concreto	2	
Operador de retroexcavadora	2	
Operador de volqueta	4	
Maestro de obra	1	
Oficiales de construcción	6	
Celador	1	
Obreros	20	MONC
TOTAL		49

Fuente: PAREX, 2023.

Para la operación de las facilidades de producción se considera en total aproximado de 20 personas entre personal calificado y no calificado (ingenieros de producción, operadores, ingeniero de mantenimiento, ingeniero ambiental, ingeniero HSEQ, supervisor eléctrico, supervisor mecánico, técnicos y auxiliares), la cual puede variar debido a la dinámica de las operaciones y desarrollo del proyecto. En la **Tabla 2-96**, se relaciona el estimado de personal requerido durante la operación de las facilidades de producción.

Tabla 2-96 Personal estimado requerido durante la operación de las de las facilidades de producción

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero de producción	2
Operadores	3
Ingeniero de mantenimiento	1
Ingeniero ambiental	1
Ingeniero S&SO	1
Supervisor eléctrico	1
Supervisor mecánico	1
Técnicos	4
Auxiliares de cargue	2
Personal de patio o auxiliares	4
TOTAL, ESTIMADO	20

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.7.7 Asentamientos humanos e infraestructura social

Para la ubicación y construcción de las facilidades de producción, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en la zonificación ambiental y de manejo del presente Estudio de Impacto Ambiental; por lo que, no tendrá afectación socioeconómica de viviendas o

infraestructura económica diferente a las vías de acceso, por cuanto se han empleado como premisas para intervención de áreas, las respectivas distancia o la exclusión de viviendas y demás elementos asociados, como: pozos, aljibes, entre otros; manteniendo zonas de aislamiento o de protección de dichos elementos.

Todas estas actividades se desarrollarán buscando viabilizar el desarrollo del proyecto; priorizando el respeto por la cultura, costumbres de las comunidades y autoridades locales; mediante la gestión social y ambiental responsable.

2.2.3.7.8 Equipos y sistemas de control para emisiones atmosféricas

Las fuentes de emisiones atmosféricas en cuanto a gases y partículas durante la construcción y adecuación de las facilidades de producción corresponden a la maquinaria que se utilizará dentro de las diferentes actividades como descapote, movimientos de tierra (cortes y relleno) y conformación de banca, las cuales se ejecutan con maquinaria pesada como bulldozer, motoniveladora, cargador, retroexcavadora y volquetas. Al igual que las fuentes de emisiones atmosféricas de gases y partículas, las fuentes de emisiones de ruido durante la construcción y adecuación de las facilidades serán maquinaria pesada como: bulldozer, motoniveladora, cargador, retroexcavadora y volquetas.

Durante la operación de las facilidades de producción, la principal fuente fija de emisión de gases y material particulado estará relacionada con el funcionamiento de la tea. En relación con las emisiones de ruido, las principales fuentes fijas corresponden al funcionamiento de generadores, compresores, bombas, motores y equipos en general, ubicados al interior de las facilidades de producción.

Por otro lado, en cuanto a las fuentes móviles las emisiones de gases y ruido estarán asociadas principalmente por los vehículos que ingresen a las facilidades, así como las generadas por maquinaria y equipos durante las labores de mantenimiento, de carácter temporal.

Los equipos que se utilizarán presentarán condiciones operativas óptimas, las cuales permitirán el adecuado funcionamiento de los mismos; adicionalmente, las actividades de mantenimiento se realizarán en la procura de evitar el daño en los equipos o el funcionamiento de estos en malas condiciones, evitando la emisión de material particulado y ruido por fuera de los márgenes establecidos y permitidos. Como acciones para el control de las emisiones atmosféricas (gases y material particulado) y ruido se tendrán:

- ✓ Realizar inspecciones y mantenimientos de los equipos de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- ✓ Con el fin de controlar la emisión de partículas de polvo se realizará el adecuado mantenimiento de los accesos no pavimentados que sean utilizados en alguna actividad inherente al proyecto.
- ✓ Control de los niveles de aceite y lubricación correcta de las partes, lo que suaviza las cargas de impacto y en consecuencia la reducción de vibraciones y ruidos.
- ✓ Sistema de insonorización según los diseños de los equipos.

2.2.3.7.9 Actividades de mantenimiento

Las facilidades de producción requieren mantenimiento periódico debido a la operación de estas. Estas involucran principalmente el monitoreo del estado y funcionamiento de los equipos y procesos. Estas actividades se realizan de forma programada de manera que no afecte la operación y están encaminadas a la prevención de la ocurrencia de fallos, la identificación de causas de un mal funcionamiento. El mantenimiento de comprender entre otras las siguientes actividades:

➤ **Retiro y remoción de sedimentos y/o lodos aceitosos**

Consiste en retirar los lodos aceitosos y sedimentos encontrados en los equipos estáticos y tuberías de los procesos de las facilidades de superficie. Para esto se procede inicialmente a la desgasificación de los equipos, abriendo todos los accesos al mismo (boquillas, manholes, ventanas de barrido, etc.) e instalando extractores que permitan la evacuación de los vapores del interior de los equipos.

- ✓ Monitoreo de vibraciones mecánicas y de variables eléctricas, de temperatura, flujo y presión por parte del operador en equipos e instalaciones
- ✓ Revisión de la integridad mecánica y estructural de los equipos e instalaciones
- ✓ Inspección de los sistemas de tuberías, especialmente puntos bajos y cambios de dirección
- ✓ Limpieza, calibración y mantenimiento preventivo de los instrumentos de control
- ✓ Cambio y/o mantenimiento de empaques, accesorios, válvulas, elementos y partes de equipos e instalaciones,
- ✓ Revisión y control de la cantidad de repuestos, insumos y herramientas de tal manera que se asegure la disponibilidad de los mismos para la labor que se requieren
- ✓ Monitoreos y mantenimientos respectivos de los diferentes equipos de acuerdo con las recomendaciones del proveedor
- ✓ Limpieza y monitoreo de los sistemas de drenaje y de tratamiento de agua
- ✓ Limpieza y mantenimiento del tren de tratamiento de crudo y de las vasijas de la estación
- ✓ Monitoreo y mantenimiento de los tanques, bombas y demás equipos asociados al proceso de inyección de agua para recobro.

➤ **Limpieza interna de separadores y depuradores de gas**

Consiste en la limpieza de tanques, separadores y demás vasijas que hacen parte de los procesos de la facilidad, Incluye el cierre y apertura de manholes, desgasificación, retiro, transporte y limpieza interna de los equipos, Para la ejecución de esta actividad se debe tener en cuenta:

- ✓ Desgasificación de los equipos
- ✓ Limpieza, transporte y disposición de lodos o sólidos
- ✓ Limpieza con desengrasante y cepillo de acero de tornillería o espárragos que se encuentren en buen estado; una vez se encuentren estos totalmente limpios se lubricaran con un producto anti-aferrante y antioxidante
- ✓ La limpieza de las paredes, accesorios internos y demás, se hará utilizando desengrasante, lanilla, traperos o herramienta adecuada que no dañe o afecte el recubrimiento de estos.

- ✓ Todos los residuos producto de la limpieza (hidrocarburo, agua contaminada, jabón, disolventes, arena o cualquier otro serán dispuestos en sitios indicados para tal fin sin afectar el medio ambiente, personas, estructuras entre otros.
- ✓ Antes del armado se debe hacer la inspección visual para aprobación del estado de los equipos intervenidos.
- Pruebas de estanqueidad o hidrostática para vasijas (separadores, tratadores, entre otras) y tanques de almacenamiento

Prueba llevada a cabo después de realizar el respectivo mantenimiento en los diferentes equipos de la facilidad de producción. La prueba de estanqueidad consiste en llenar los equipos de agua a un nivel necesario, que dependerá de la capacidad y del mantenimiento realizado en los mismo, y dejar este fluido dentro del mismo, por un periodo de tiempo de 24 horas. Durante estas 24 horas se deberá vigilar e inspeccionar periódicamente el comportamiento de la prueba, observando cuidadosamente los puntos críticos de la reparación, en caso de presentarse fallas o fugas, se procederá a realizar los respectivos correctivos y reparaciones.

➤ **Mantenimiento general de motores eléctricos, plantas y generadores**

Dentro de las actividades de mantenimiento se realiza la reparación de motores y generadores, que incluyen las siguientes actividades:

- ✓ Desarmado
- ✓ Proceso de rebobinado
- ✓ Desmontaje y montaje de rodamientos en motores eléctricos
- ✓ Proceso de armado
- ✓ Rehabilitación de núcleos de estatores con corto magnético y jaulas de ardilla dañadas en núcleos de rotores
- ✓ Rehabilitación de rotores.
- ✓ Pruebas de control de calidad para motores eléctricos.
- ✓ Reparaciones mecánicas para motores eléctricos.
- ✓ Fabricación de ejes.

Por otro lado, como principio de diseño se debe establecer el número de equipos y procedimientos que permitan realizar actividades de mantenimiento para atender las contingencias de forma controlada, afectando al mínimo la operación de los diferentes sistemas. Entre estos principios está el establecer los procesos críticos de cada uno de los sistemas; los cuales deben contar con equipos de respaldo y confiabilidad de funcionamiento. Se seguirán los estándares nacionales e internacionales para los diseños de tal manera que garanticen facilidades seguras y operables, de acuerdo con el propósito.

Los materiales e insumos utilizados para las labores de mantenimiento y operación en las facilidades de producción varían desde partes y repuestos para los diferentes equipos hasta empaques, aceites y lubricantes para cambios periódicos. En la **Tabla 2-97** se presenta una relación de los insumos y materiales típicos usados en las acciones de mantenimiento y operación.

Tabla 2-97 Insumos para el mantenimiento y operación de las facilidades de producción

ACTIVIDAD	SUSTANCIAS O INSUMOS PARA UTILIZAR	FUNCIÓN
Mantenimiento de equipos, motores y maquinas en general	Crudo, ACPM, gasolina, grasa, aceites hidráulicos y aceites lubricantes, geomembranas, estopas y arena	Son sustancias que se utilizan para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos, motores y maquinaria en general, así como para controlar fugas o eventuales derrames.
Mantenimiento de líneas	Tuberías, válvulas y canecas	Insumos para reemplazo y ajustes de líneas de conducción internas.
Tratamiento de fluidos de producción	Antiespumantes, inhibidores de corrosión, rompedores de emulsión, ácidos grasos y jabones	Sustancias que sirven para separar la fase líquida, no generar arrastre de líquidos en la fase de gas, proteger la tubería de agentes químicos, etc.
Tratamiento de aguas residuales industriales	Sulfato de aluminio	Sirve como sustancia coagulante de partículas y como clarificador de agua residual industrial y doméstica.
	Polímeros	Floculante de sólidos suspendidos, aunque también pueden cumplir la función de coagulantes.
	Soda cáustica, ácido acético y cal	Son sustancias que ayudan a ajustar el pH, y anular los polímeros base del sistema que se encuentran asociados al agua residual industrial.

Fuente: PAREX, 2023.

De otro lado, como principios de diseño se establecen determinado número de equipos, así como procedimientos que permitan realizar actividades de mantenimiento o sobrellevar contingencias de forma controlada y afectando al mínimo la operación de los diferentes sistemas. Entre estos principios se encuentran:

Los equipos críticos de los procesos deben contar con uno principal y uno de respaldo. La confiabilidad eléctrica debe prever dos fuentes de alimentación independientes: una principal y una de respaldo.

2.2.3.7.10 Sistemas y fuentes de generación de energía

El abastecimiento de energía eléctrica para las Facilidades de Producción será local por generación, mediante el aprovechamiento del gas de producción, grana solar, sistemas centrales de generadores que funcionen con gas natural, Diesel, GLP la optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos y/o mediante el aprovisionamiento de energía eléctrica a través de la subestación eléctrica contemplada a construir en un área máxima de 1 ha dentro de las facilidades de producción.

La potencia necesaria, será generada mediante motogeneradores a diésel ubicados en cada plataforma multipozo y en las facilidades de producción además de la posibilidad de usar un generador de gas, en el dado caso de que el campo llegue a tener gas asociado en producción.

Previo a la estimación de la demanda eléctrica necesaria y a la determinación de la generación de potencia, es importante aclarar dos (2) factores fundamentales:

➤ Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la carga total conectada de una instalación. Por lo general es menor que la unidad ($FD \leq 1$, donde $FD = \text{Demanda máxima} / \text{Carga conectada}$).

Por ejemplo, si una instalación que tiene una carga conectada con una capacidad nominal total de 5000 W, tiene una demanda máxima de 2500 W, su factor de demanda tendría un resultado de 0,5 o del 50%.

➤ Factor de diversidad o de coincidencia

Es la relación entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima combinada del sistema. Se define así Dm_1, Dm_2, \dots, Dm_n , las demandas individuales que eventualmente pudieran ser las distintas cargas motrices, El factor de diversidad es el recíproco del factor de coincidencia.

Los factores de coincidencia se pueden aplicar a demandas conocidas de los consumidores, para estimar la carga de los transformadores, líneas y otras instalaciones de distribución. Este factor de diversidad siempre será mayor que la unidad por las características de las demandas individuales ($FD \geq 1$).

$$FD = \frac{(Dm_1 + Dm_2 + \dots + Dm_n)}{(\text{Demanda máxima del sistema})}$$

Por ejemplo, si se tienen tres (3) cargas que en un momento dado sus valores máximos fueran 10 kVA, 15 kVA y 20 kVA, con un total de 45 kVA, y la medición máxima en el alimentador principal de dichas cargas es de 30 kVA; significa que el factor de diversidad es 1,5 y el factor de coincidencia sería 0,66.

En la **Tabla 2-98**, se exponen algunos valores sobre los factores de diversidad recomendados por la Power Distribution Standard Hand Book. En este caso por tratarse de un sistema pequeño se utilizó 1,44 como factor de diversidad y 0,85 como factor de demanda.

Tabla 2-98, Factores de diversidad según la Power Distribution Standard Hand Book

ELEMENTOS DEL SISTEMA ENTRE LOS QUE SE ESTABLECEN LOS FACTORES DE DIVERSIDAD	FACTORES DE DIVERSIDAD			
	Alumbrado residencial	Alumbrado comercial	Potencia general	Usuarios grandes
Entre usuarios individuales	2,00	1,46	1,45	-
Entre transformadores	1,30	1,30	1,35	1,05
Entre alimentadores	1,15	1,15	1,15	1,05
Entre subestaciones	1,10	1,10	1,10	1,10
De usuarios a transformador	2,00	1,46	1,44	1,15
De usuarios a alimentador	2,60	1,90	1,95	1,32
De usuarios a subestación	3,0	2,18	2,24	1,45
De usuarios a estación generadora	3,29	2,40	2,46	-

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Estimación de la demanda**

Es importante destacar que para el estimado de la demanda total del Área de Desarrollo VSM-37, se consideró solamente el factor de demanda por estar a nivel conceptual. En la **Tabla 2-99**, se indican los parámetros utilizados para determinar la demanda máxima entre los años 7 y 11, correspondiente a la extracción del crudo máxima, y el tratamiento de agua en las facilidades de producción.

Tabla 2-99, Demanda total de energía estimada para el Área de Desarrollo VSM-37

HP totales	7000
kW totales conectados	5250
kW totales con factor demanda 0,85	4463
kW totales con factor diversificación 1,44	3646

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Sistema de generación de potencia**

El sistema consiste en instalar centros de generación distribuida entre 400 a 600 kW (n-1) para las 15 plataformas multipozo a construir, y cuatro (4) centros de generación de 300 kW (n-1) en las cuatro (4) facilidades de producción (**Figura 2-107**). Se plantea el uso de un (1) generador de gas, en el caso en el que el campo llega a tener gas asociado en producción, también a la producción acumulado en 20 años.

El sistema estaría conformado con moto generadores diésel entre 400 y 600 kW; 480 V; 60 Hz, moto generadores diésel de 300 kW; 480V; 60 Hz y tableros en 480 V.

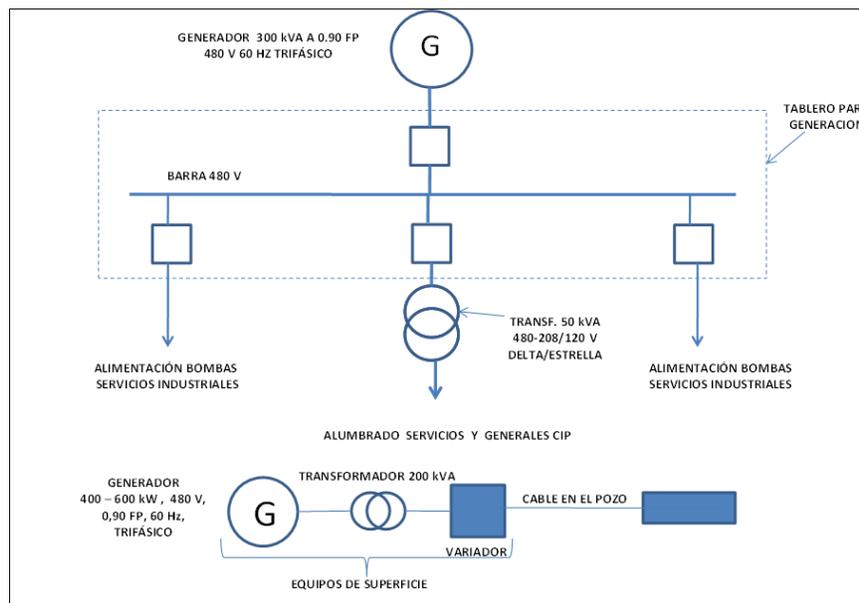


Figura 2-107 Sistema de generación distribuida en las facilidades de producción y alimentación de las plataformas multivoco con autogeneración (un generador por plataforma multipozo).

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Proceso de generación a gas**

El gas generado en el proceso de producción de crudo se constituye en una oportunidad para los pozos de producción, Este gas puede ser utilizado como fuente para la generación de energía. Este aprovechamiento permite, restringir la quema de gas en la atmósfera.

A continuación, se describen los equipos que se requieren para el proceso de autogeneración a gas.

- ✓ **Separador master:** DS Trifásico inicia el proceso para el sistema de generación a gas
- ✓ **Separador de prueba:** DS Bifásico, opera como slug catcher, Para el sistema de generación a gas desempeña un papel importante, pues aquí se decanta un 70 % de los condensados del gas.
- ✓ **Intercambiador y aero-enfriador:** Estos equipos ayudan en la deshidratación y la disminución de temperatura del gas. Esto se realiza recirculando un flujo constante de agua por el intercambiador de temperatura y el aero-enfriador. Cuando el agua aumenta su temperatura inmediatamente es drenada en el intercambiador y remplazada, esto con el fin de mantener la temperatura del gas baja.
- ✓ **Scrubber de 32":** Con este scrubber se continúa con la deshidratación del gas, está equipado con 2 válvulas neumáticas Fischer: Una de las válvulas nos controla la presión del sistema, y la segunda válvula controla los condensados acumulados en el scrubber.
- ✓ **Scrubber filtro y pulmón:** Este es el último control que se realiza al gas, aquí se terminan de drenar los condensados garantizando que el gas este lo más seco posible. El pulmón nos garantiza que el generador no se quede sin abastecimiento de gas, mantiene una presión estática entre 18 y 20 psi
- ✓ **Registrador Barton:** El registrador indica el consumo de gas por hora y día del generador
- ✓ **Generador a gas:** Es un dispositivo en el que, dentro del mismo, mediante una reacción química una o varias sustancias en estado sólido o líquido desprende gas. La finalidad es producir grandes volúmenes de gas relativamente frío, en lugar de maximizar la temperatura y el impulso específico para dicha generación.

2.2.3.7.11 Desmantelamiento y restauración de áreas intervenidas.

En el **Capítulo 10, Plan de abandono y restauración final**, se describen las actividades de plan de abandono y restauración final para las áreas intervenidas por la construcción de las facilidades de producción en el Área de Desarrollo VSM-37.

2.2.3.8 Tecnología Gas to Liquids-GTL

2.2.3.8.1 Generalidades

La transformación de gas natural producto de las actividades de explotación de hidrocarburos a combustibles líquidos ultra limpios GTL, como se muestra en la **Figura 2-108**, es un proceso de pasos múltiples, que involucra procesos catalíticos, en algunos casos con una gran liberación de energía, que separa las moléculas de gas natural (predominantemente metano) para formar una mezcla gaseosa de hidrogeno y monóxido de carbono la cual es denominada gas de síntesis (syngas), y las vuelve a unir para dar lugar a moléculas más largas, debido al reacomodo de las moléculas de hidrógeno y carbono.

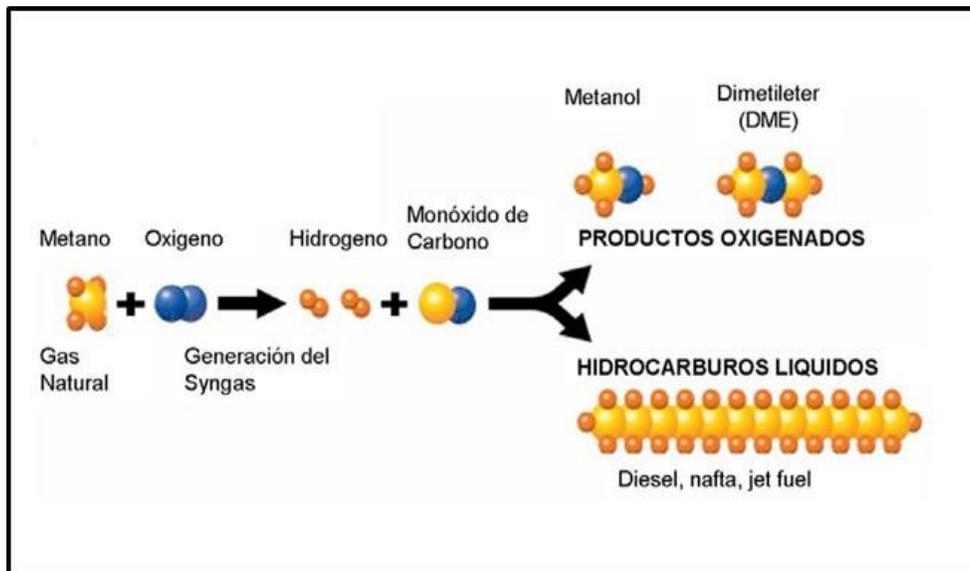


Figura 2-108 Proceso para obtener Combustibles Líquidos a partir de gas Natural

Fuente: PAREX, 2023

Con esta tecnología se pueden obtener dos tipos de productos principalmente: hidrocarburos líquidos (Diesel, nafta, queroseno, Jet-Fuel, parafinas) y Oxigenados (Dimetileter y Metanol); para la obtención de estos productos, el proceso es igual hasta la generación del syngas, luego, dependiendo del producto que se quiera, los procesos catalíticos y las condiciones de la reacción cambian, ya que la polimerización de las cadenas es diferente.

En la **Figura 2-109**, se muestra en detalle los productos que se pueden obtener a partir del gas de síntesis y sus principales usos. Para una mayor información de los productos obtenidos a partir del syngas.

A continuación, se presenta una breve descripción de los productos que se pueden obtener utilizando la tecnología GTL, que dependen del proceso utilizado.

Metanol: La conversión de gas natural (CH₄) a Metanol (CH₃ - OH) es hecha por oxidación parcial ($\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$), seguida por una reacción en presencia de un catalizador para producir metanol y vapor de agua ($\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{OH} + \text{H}_2\text{O}$). La tecnología ha sido bien probada, pero la demanda actual para el metanol es muy limitada e influenciada por la alta volatilidad de los precios.

El metanol es usado para producir formaldehído, ácido acético, MTBE, este último es mezclado con gasolina para aumentar el octanaje, siendo la combinación más utilizada la M - 85 (85% de Metanol y 15% de gasolina), esto se debe a que la molécula de oxígeno presente permite una mejor combustión; pero cuya producción es mínima, debido a su toxicidad y además porque se ha encontrado que es un gran contaminante del agua.

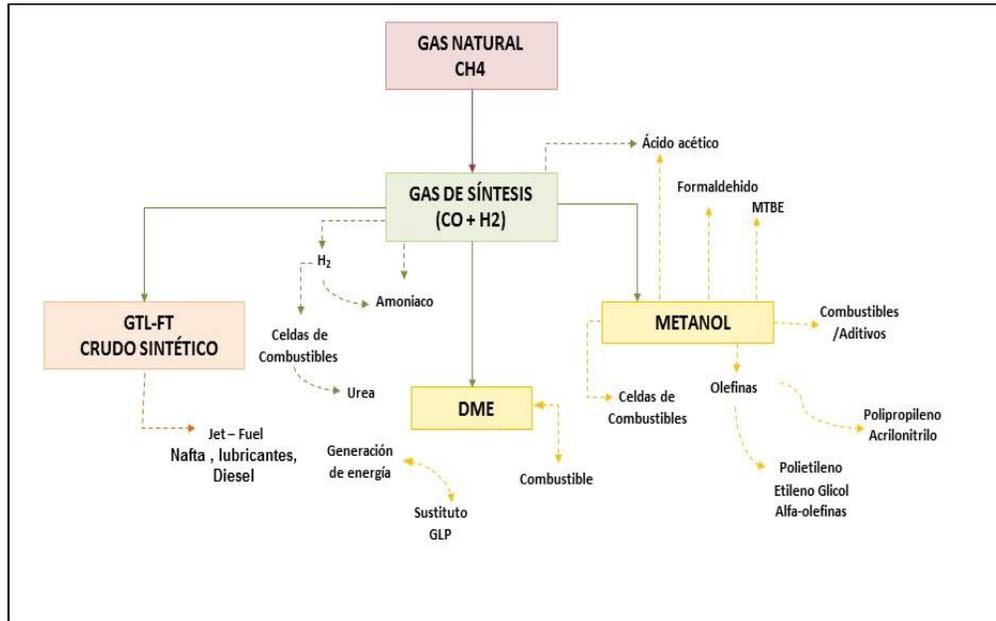


Figura 2-109. Productos obtenidos a partir del gas de síntesis

Fuente: PAREX, 2023

Dimetileter (DME), El DME ($\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$), es obtenido por deshidratación del Metanol, para esto se requieren dos pasos en la producción: la conversión del Gas Natural a metanol, seguido de la transformación de Metanol a DME, lo que involucra una sustancial pérdida de energía, con más del 20% de pérdidas de gas en el proceso, lo cual conlleva a costos elevados y a un menor interés en el negocio de este producto, El DME, es un gas inerte con muy baja toxicidad y tiene características físicas similares a las del GLP, (puede ser licuado a solo 5 Bar) y se considera como una nueva fuente de energía para el futuro mercado global de los combustibles, principalmente como alternativa para reemplazar el diésel en motores de ignición por compresión. El uso en motores diésel ofrece ventajas en la reducción de emisiones de óxidos nitrosos (NO_x), humo, y partículas de la combustión, en comparación del diésel convencional.

Las nuevas tecnologías apuntan a la producción de DME en un solo paso (reactores de doble función) dando lugar a un rendimiento energético de hasta el 70%, mejorando perceptiblemente la economía para las grandes plantas, pero hasta el momento esta tecnología se encuentra en desarrollo.

Hidrocarburos Líquidos, la tecnología más importante en la conversión de gas natural a líquido, (GTL), es el proceso Fischer-Tropsch (FT), mediante el cual el syngas se transforma a una mezcla principalmente de hidrocarburos líquidos por medio de la siguiente reacción: $\text{NCO} + 2\text{nH}_2 \leftrightarrow (\text{CH}_2)_n + \text{NH}_2\text{O}$ (a la cual debe su nombre), para que luego los productos obtenidos sean refinados y así obtener productos comerciales. Es importante resaltar que la reacción FT, es altamente exotérmica por lo cual el vapor generado se utiliza para generar energía eléctrica. Del proceso FT se obtienen una gama de productos, principalmente destilados medios (Diesel, queroseno, jet-fuel), nafta y lubricantes, de alta calidad, con mínimas cantidades de azufre y aromáticos.

2.2.3.8.2 Descripción del proceso Fischer-Tropsch

El proceso Fischer Tropsch, es la tecnología del futuro en cuanto a la conversión de gas natural a combustibles sintéticos se refiere, y esto se debe a que ya se ha probado a escala comercial y es mucho más versátil en cuanto a condiciones de operación que las otras tecnologías GTL.

Los combustibles sintéticos obtenidos por medio del proceso Fischer Tropsch, comparados con los productos de la refinación del crudo, poseen: mayor fracción de hidrogeno a carbón (H:C), lo que significa que se disminuyen las emisiones de material particulado y óxidos de nitrógeno (NOx); mayor número de cetano para el caso del diésel, resultando en una disminución del humo en el momento de la combustión; menor cantidad de azufre y aromáticos, lo cual disminuye de gran manera las emisiones no solo de material particulado, sino también de sulfuros que se constituyen en los principales generadores de las lluvias ácidas.

Si se habla ventajas del proceso Fischer-Tropsch, es una alternativa para la utilización del gas natural y es de gran interés debido a los siguientes factores:

- ✓ La gran dependencia de la economía por los combustibles líquidos, principalmente el sector del transporte.
- ✓ El esperado cambio a largo plazo de una energía dependiente del petróleo hacia el incremento en la dependencia del gas, lo cual ha creado una extensa demanda de las compañías petroleras y de otras para asegurar su posesión.
- ✓ El incremento de los requerimientos de combustibles limpios, que sean libres de azufre, bajo contenido de aromáticos, y una mínima formación de productos indeseados como óxidos de nitrógeno (NOx).
- ✓ La compatibilidad con la infraestructura existente, ya que puede ser fácilmente transportado por los oleoductos y/o poliductos existentes en la mayoría de países del mundo.
- ✓ El deseo de aprovechar el gas asociado de los campos de petróleo, que frecuente es flameado, y que en algunos casos representa volúmenes considerables de gas natural, Según estimativos del banco mundial cerca de 4,3 Tpc por año de gas son venteados o quemados a nivel mundial.
- ✓ El proceso involucra reacciones que producen una gran liberación de energía, que en algunos casos permite satisfacer la demanda dentro de la misma planta y en otros permite la venta de ésta.
- ✓ El creciente aumento de las reservas mundiales de gas natural especialmente en lugares remotos de un mercado potencial, que hacen inviable su comercialización mediante alternativas tradicionales.
- ✓ Comparado con otras tecnologías de monetización de gas natural, representa menos costos de inversión que una planta de GNL para el mismo consumo de gas, y, además, no se requieren sistemas especiales de transporte.

2.2.3.8.3 Etapas del proceso Fischer-Tropsch

La conversión de gas natural a hidrocarburos líquidos es un proceso de pasos múltiples con gran liberación de energía, que inicialmente separa las moléculas de gas natural, predominantemente metano, y las vuelve a unir para dar lugar a moléculas más largas.

En la **Figura 2-110** se puede ver que este proceso consta principalmente de tres etapas: Generación del gas de síntesis, síntesis de Fischer-Tropsch y mejoramiento del producto.

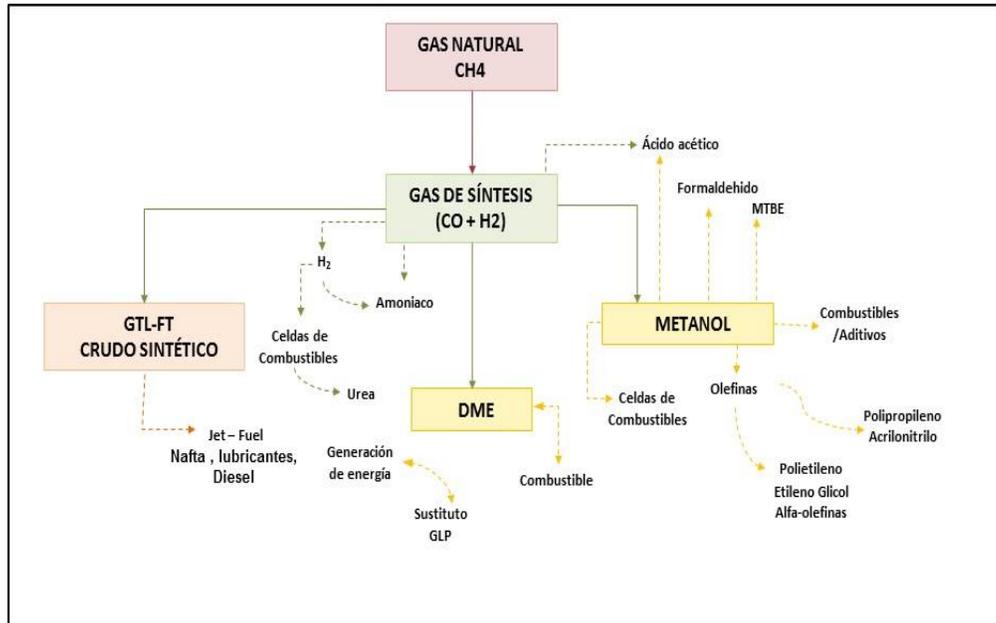


Figura 2-110. Principales Etapas del Proceso Fischer-Tropsch

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.8.4 Generación de Gas de Síntesis

El gas natural producto de las actividades de explotación, es desulfurizado en una torre de absorción y luego precalentado para entrar al reformador en donde reacciona con el vapor de agua y el oxígeno, a una presión de 300 psi y 1600 °F aproximadamente. Después la corriente de salida es enfriada hasta 120 °F por un intercambiador de alta capacidad y un tren de enfriamiento con agua, y al final con un enfriador de aire, para que el syngas entre a un scrubber y elimine los condensados. Este proceso se presenta esquemáticamente en la **Figura 2-111**, donde, el gas natural es mezclado con vapor (1,5 – 2,5 mol de vapor por cada mol de gas natural), luego se precalienta hasta 200°C en un rehevador y es llevada al reactor. El oxígeno entra al reactor en una proporción de 0,4 – 0,6 moles de oxígeno por cada mol de gas natural.

Otra tecnología para la generación del gas de síntesis, la cual se ha demostrado a escala piloto, es la denominada lecho fluidizado. Esta utiliza un reactor de lecho fluidizado con catalizadores de Níquel de 30 a 150 micras de diámetro. El esquema de este proceso se muestra en la **Figura 2-112** se explica a continuación. Dentro del reactor se lleva a cabo el reformado auto-térmico del gas natural, a una temperatura entre 950-1050°C a 300 psig, por cual el enfriamiento del syngas es más simple que el proceso explicado anteriormente. El gas producido del reactor tiene una composición de: 64,94 % de hidrogeno, 27,60 % de monóxido de carbono, 4,29 % de dióxido de carbono y 3,17 % de metano. Este gas arrastra una pequeña cantidad de catalizadores, por lo cual se utiliza un ciclón para recuperarlos y recircularlos nuevamente al reactor. El syngas es enfriado de la temperatura de reacción

(980°C) hasta 320°C para prevenir la depositación de carbón en los equipos para eliminar los condensados para su reciclo y eliminar los contaminantes.

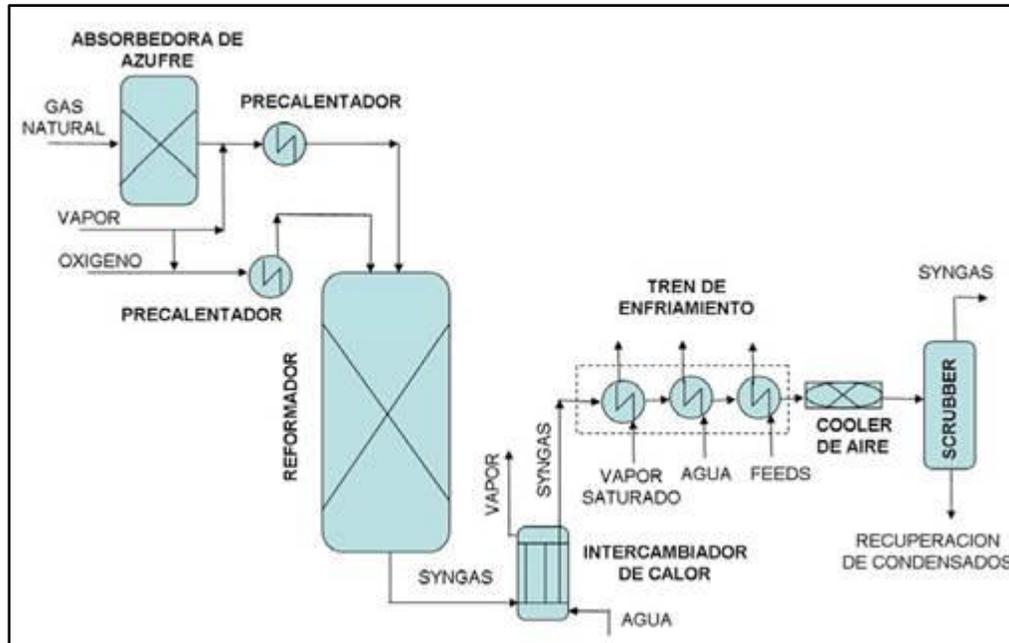


Figura 2-111, Esquema de la generación del syngas

Fuente: PAREX, 2023

Este proceso presenta la gran ventaja a comparación del reformado auto térmico (ATR) convencional, de que la reacción se lleva a una temperatura mucho más baja, pero presenta las siguientes desventajas: el porcentaje de conversión de metano es de 90-95% a comparación del 98% del ATR convencional, y es altamente sensible al envenenamiento de los catalizadores, por lo cual la calidad de gas natural debe ser muy alta (virtualmente 100% metano).

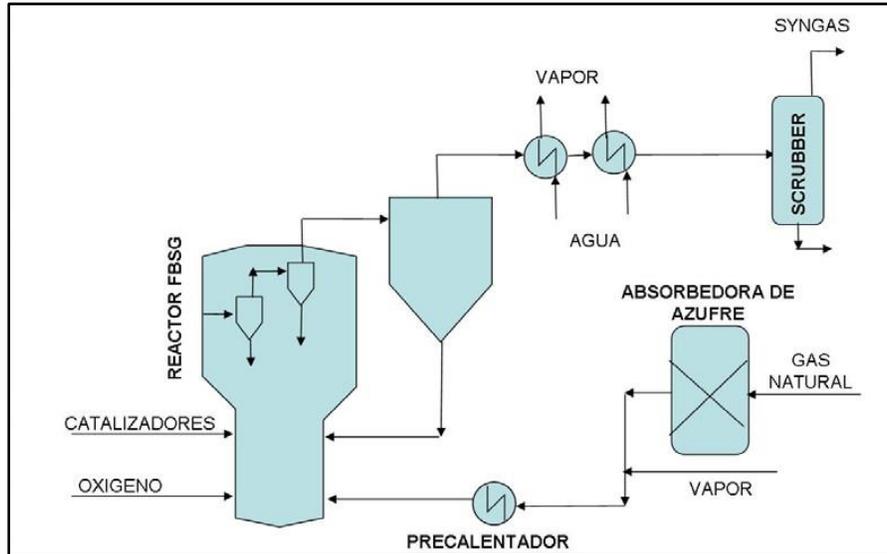


Figura 2-112, Esquema del Proceso de Lecho Fluidizado (Fluidized Bed Síntesis Gas-FBSG)

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.8.5 Síntesis de Fischer Tropsch

En esta etapa el syngas obtenido de la etapa anterior es precalentado para que entre al reactor a 300 psig y 400 °F, el cual posee un sistema de enfriamiento con agua. Por la parte superior del reactor salen productos gaseosos y luego son enfriados a 100 °F, para que después los hidrocarburos líquidos, el agua e hidrocarburos gaseosos sean recuperados en un separador trifásico; el agua se envía a las unidades de tratamiento; los hidrocarburos al proceso de refinación de productos; y el gas obtenido se envía al reformador y otra parte al sistema de generación de hidrogeno,

Del reactor salen los productos líquidos de la reacción Fischer Tropsch, principalmente ceras para ser enviadas a la etapa de refinación, pero antes se deben remover los catalizadores arrastrados, por medio de ciclones. En la **Figura 2-113** se muestra las características del proceso anteriormente descrito.

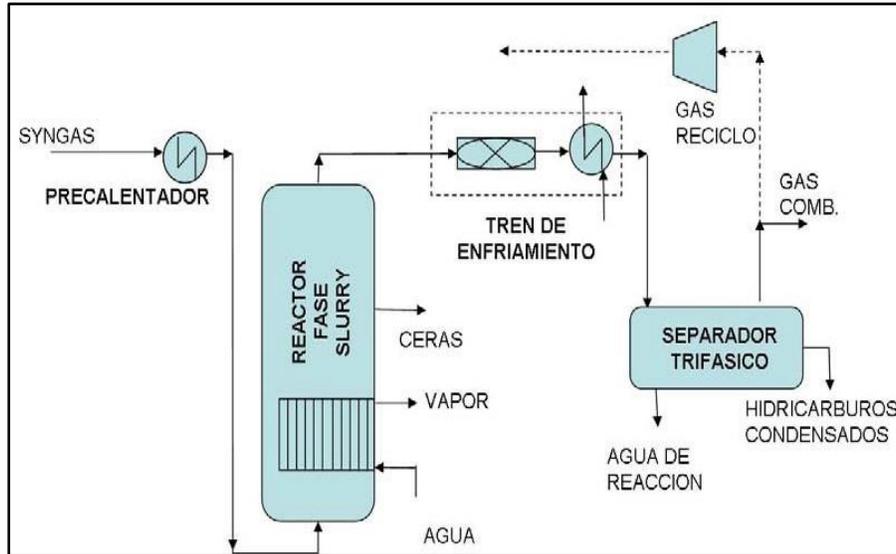


Figura 2-113. Esquema de la síntesis de Fischer-Tropsch

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.8.6 Unidad de Refinación

Los hidrocarburos líquidos principalmente ceras y condensados de la corriente gaseosa obtenidos de la sección anterior, deben ser refinados para maximizar la producción de diésel. La sección de refinación para este fin se muestra en la **Figura 2-114**.

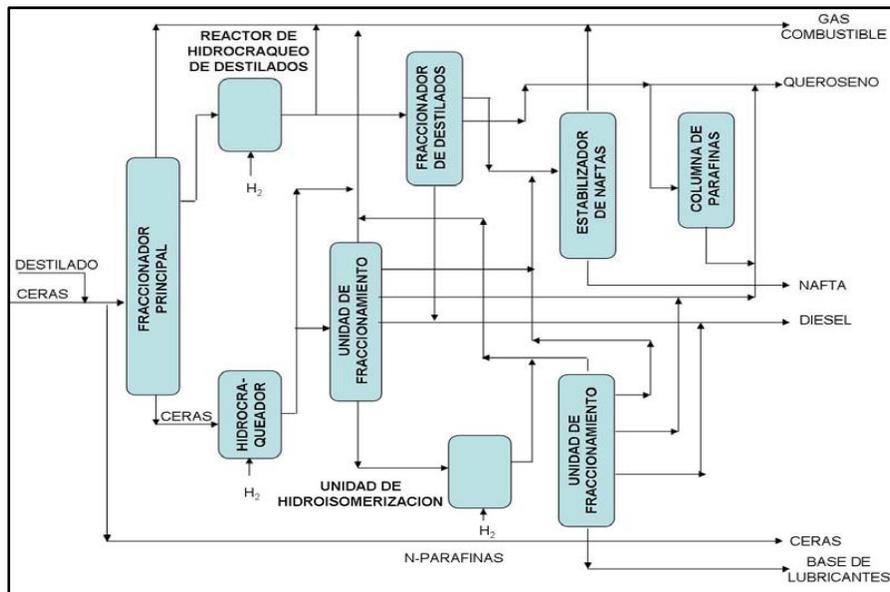


Figura 2-114, Unidad de refinación

Fuente: PAREX, 2023

La cual es lo suficientemente flexible en caso de que cambien las condiciones del mercado. Los productos obtenidos de la síntesis de Fischer Tropsch son principalmente parafínicos, pero los productos más livianos contienen algunas oleofinas y oxigenados que necesitan ser removidos para estabilizar los productos. Los destilados medios y los componentes más livianos son separados de las ceras en el fraccionador principal. El hidrotatador de destilados es requerido para romper las cadenas largas y eliminar las oleofinas de los componentes más pesados, El hidrocraqueador convierte las ceras en naftas, queroseno y Diesel. La unidad de hidroisomerización produce principalmente lubricantes y pequeñas cantidades de nafta y Diesel, y la columna de Parafinas recupera estos productos del queroseno.

2.2.3.8.7 Sistemas Adicionales

Además de los procesos anteriormente descritos existen una serie de sistemas adicionales necesarios para el proceso GTL, Estos incluyen el tratamiento del agua contaminada con hidrocarburo que se produce como consecuencia de la reacción de Fischer Tropsch, la cual generalmente se utiliza en las necesidades generales del personal de la planta; los sistemas de tuberías que se encargan del aprovechamiento calorífico de las unidades de procesamiento de hidrocarburos y el flujo de las unidades de procesamiento del gas; sistemas de bombeo encargados de dar movimiento a los flujos de hidrocarburo; sistemas de calentamiento para lograr que el hidrocarburo llegue a su punto de burbuja durante la etapa de destilación; tanques de almacenamiento y sistemas de carga de productos.

La generación de energía eléctrica es el sistema adicional tal vez más importante, más aún en proyectos a gran escala, ya que ofrecen la facilidad de transformar el calor liberado de los diferentes procesos. También se requiere la construcción de la infraestructura de administración, talleres, bodegas, contenedores, facilidades médicas, lo normal para cualquier instalación petrolera.

2.2.3.8.8 Combustibles módulo GLT

El proceso mediante el cual se realizará la conversión catalítica del gas natural producto de las actividades de explotación, a hidrocarburos líquidos como diésel y naftas implica los siguientes consumibles:

- ✓ Gas natural producto de la explotación de hidrocarburos, como materia prima de proceso
- ✓ Aire como materia prima de proceso: tomado del ambiente
- ✓ Agua como materia prima de proceso
- ✓ Energía eléctrica adicional a la generada en el proceso: entre 30 y 60 kilowatts por módulo GTL de 1,0 MMscfd
- ✓ Lubricantes en general en pequeña cantidad para las actividades de mantenimiento

2.2.3.8.9 Emisiones, efluentes, y disposición de Residuos

No se prevé tener emisiones de gas natural o hidrocarburos a la atmósfera, Sin embargo, el proceso contempla emisiones de Nitrógeno y gases de despojo, los cuales serán aprovechados dentro del proceso como combustible para la generación de energía eléctrica, por lo que este proceso global no genera emisiones al ambiente de ningún tipo.

2.2.3.8.10 Ventajas de los productos GLT

Los productos líquidos obtenidos mediante la tecnología GTL utilizando el proceso Fischer Tropsch tienen significantes beneficios con el medio ambiente, ya que disminuyen las emisiones de componentes contaminantes producidos por los automotores. Además, comparados con los productos destilados de una refinería convencional poseen: mayor fracción de hidrogeno a carbón (H:C), lo que significa que se disminuyen las emisiones de material particulado y óxidos de nitrógeno (NO_x); menor cantidad de azufre y aromáticos, lo cual disminuye de gran manera las emisiones, no solo de material particulado sino también de sulfuros, principales generadores de la lluvia ácida, Sin embargo, estos productos al ser altamente parafínicos, presentan una densidad más baja y un mayor punto de niebla que los productos obtenidos de la refinación de crudo.

Estas características colocan a los productos en un lugar privilegiado en el mercado, debido principalmente a las especificaciones y regulaciones, que en el presente y en el futuro cercano, están exigiendo los entes medioambientales y los acuerdos internacionales entre países desarrollados, tales como el protocolo de Kyoto.

Mediante la tecnología GTL utilizando el proceso Fischer Tropsch a baja temperatura, se obtienen los productos mostrados en la **Tabla 2-100**.

Tabla 2-100, Productos Fischer Tropsch y su Mercado

FRACCIÓN	% PESO	MERCADO
C1 – C4 (Gas + GLP)	5 - 10	Alimento Petroquímico Combustibles
C5 - C9 (Nafta)	15 -20	Alimento para plantas de Oleofinas Alimento para Reformado Catalítico y producir Aromáticos
C10 – C15 (Queroseno)	20 - 30	Jet Fuel Parafinas Normales
C17 – C22 (Diesel)	10 - 15	Combustible Diesel
C22+ (Ceras)	30 - 40	Ceras Lubricantes Sintéticos

Fuente: PAREX, 2023.

Pequeñas cantidades de productos oxigenados (principalmente etanol, metanol, n propanol, n-butanol y acetona) pueden también ser obtenidos a partir de la corriente del agua de reacción, Por otro lado, las ceras obtenidas en el proceso, mediante hidroprocesamiento, pueden ser convertidas en cantidades adicionales de queroseno, Jet Fuel, solventes y productos especializados. A continuación, se presentan las características y propiedades más importantes de cada uno de ellos.

El Diesel GTL posee un número de cetano mayor de 70, comparado con las especificaciones del Diesel convencional de aproximadamente 50. Un combustible con un bajo número de cetano genera altas detonaciones o explosiones en el interior de las máquinas de combustión interna, mal funcionamiento y bajo rendimiento del combustible, además eleva la emisión de contaminantes. Además, es un combustible único que posee muchas ventajas dentro de las cuales se encuentran: total compatibilidad con la infraestructura existente, puede funcionar con los motores actuales a unas mezclas específicas, es una gran fuente de energía ya que es producido a partir del gas y puede

ser utilizado por las celdas combustibles; puede además, ser aplicado en la generación eléctrica, calentamiento comercial y residencial y en propósitos industriales y agrícolas; presenta la desventaja de tener una baja densidad lo que conlleva a que disminuya su poder energético.

En la **Tabla 2-101**, se presenta una comparación de las propiedades del Diesel obtenido a partir de refinación convencional en diferentes regiones del mundo y el Diesel GTL.

Tabla 2-101, Comparación de las Propiedades del Diesel GTL y el Convencional

PROPIEDAD/PAÍS	EUROPA	US	JAPÓN	DIESEL GTL
Número de Cetano	51	40	50	70+
Densidad a 15°C, máx,	0,845			0,770
T90, máx,	360	338	360	320
PAH, wt %	11			<1
ppm Azufre				<5

Fuente: PAREX, 2023.

El bajo contenido de azufre del Diesel GTL es muy beneficioso al momento de mezclarlo con el Diesel convencional, siempre y cuando éste también contenga baja cantidad de azufre, Por ejemplo, para disminuir el contenido de azufre en un Diesel de 2,000 ppm a 50 ppm mezclándolo con Diesel GTL se necesitará una relación de 39:1, de igual manera para bajar el contenido de azufre de 500 ppm a 50, se necesitará una relación de 9:1.

2.2.3.8.11 Sistema de Seguridad y control ambiental

La planta GTL, contará con los sistemas de seguridad y protección exigibles en las normas y estándares internacionales utilizados normalmente en la industria de hidrocarburos líquidos.

La planta contará con los siguientes dispositivos:

- ✓ Sistema de control y combate contra incendios: monitores de agua, extintores, equipos autos contenidos y de protección personal para el combate de incendios, etc.
- ✓ Sistema de alarma sonora y visual: sistema que permita el aviso rápido y oportuno de condiciones anormales de operación, de prevención al personal y de evacuación en caso de ser necesario.
- ✓ Sistema de Shut-down de proceso: sistema de protección que permita sacar de servicio el proceso de manera segura en aras de proteger la integridad física de las personas, del medio ambiente, las propiedades circundantes al proceso y la infraestructura de proceso de la planta.
- ✓ Sistema de seguridad de llama y atmósfera explosiva: conjunto de equipos y sistemas que permitirán la detección rápida y oportuna de la presencia de una conflagración y atmósferas explosivas para su rápido control.
- ✓ Sistema de alivio de líneas y tanques de almacenamiento debido a presión o temperatura fuera de límites permisibles: elementos de protección en línea que permitirán en caso de presentarse una condición de baja/alta presión ó temperatura, proteger los equipos y prevenir accidentes que pueden desembocar en afectaciones a las personas, el medio ambiente y los bienes de las propiedades circundantes al proceso y la integridad de la infraestructura propia.

- ✓ Sistema de Tea: mecanismo que permite la quema controlada de gases procedentes de proceso bajo circunstancias de condiciones extremas de emergencia, para así evitar el venteo de gases a la atmósfera.

Asimismo, se contará con dispositivos de control ambiental para mitigar el impacto sobre el ambiente, entre estos tenemos:

- ✓ Tanque de acopio de aguas procedentes de proceso: dispositivo de almacenamiento de aguas contaminadas por grasas y aceites provenientes de las actividades de proceso y de mantenimiento.
- ✓ Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas: sistema que permitirá el tratamiento y disposición in-situ de las aguas procedentes de los baños y de uso en las edificaciones diferentes a las de proceso.
- ✓ Sistema de acopio y clasificación de desechos sólidos industriales y domésticos reciclables, no reciclables y orgánicos: Mecanismo de disposición interno a implementar para la clasificación y acopio de elementos sólidos desechados en las actividades rutinarias del día a día de la operación y permanencia de personas en las instalaciones.

Equipos de detección de fuga de gases a la atmósfera: como se indicó arriba, la planta contará con dispositivos de detección de atmósferas explosivas que indicarán de manera oportuna la fuga de gases en proceso.

2.2.3.9 Reinyección y/o inyección

*Para la ejecución de las estrategias de desarrollo del proyecto de explotación de hidrocarburos para el Área de influencia del **Área de Desarrollo VSM-37**, en las actividades de Inyección y reinyección se solicita (**Tabla 2-102**) el permiso para la disposición de aguas (DISPOSAL) y para el recobro mejorado (secundario y terciario-EOR), con un caudal máximo hasta 60 KBWDP (agua) y 60 MSCFD (gas) de fluidos por Formación, en las siguientes unidades Grupo Honda (H2 y H3), Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos, a través de un máximo de cuarenta y cinco (45) pozos reinyectores y/o inyectoras, sin superar los volúmenes máximos de 360 KBWDP (agua) y 360 MSCFD (gas) para el Área de Desarrollo VSM-37; los 45 pozos inyectoras solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de agua o gas, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los escenarios planteados, no se superará el máximo de pozos inyectoras solicitados.*

Tabla 2-102 Solicitudes específicas para las actividades de Inyección-Reinyección

Especificidad para actividades de inyección- reinyección	
Actividad Solicitada	Inyección/Reinyección (agua, gas): 1. Disposición final de aguas de Formación y/o de Producción generadas en el Área de Desarrollo VSM-37. 2. Recobro Mejorado (secundario y terciario) ✓ Recuperación secundaria: Inyección de agua o gas para desplazar el petróleo hacia los pozos de producción.

Especificidad para actividades de inyección- reinyección	
	<p>✓ Recuperación Terciaria o EOR: el cual puede ser por la técnica de inyección química.</p> <p>Las actividades de inyección/reinyección se desarrollarán conforme a las disposiciones y autorizaciones de la ANH.</p>
Fluido a Inyectar-Reinyectar	Agua-Gas
Proveniencia del fluido	Área de Desarrollo VSM-37 y/u otros Bloques de hidrocarburos Licenciados
Formaciones Objeto de Inyección/reinyección	Grupo Honda (H2 y H3), Doima, Chicoral, Monserrate y Caballos
Cantidad máxima de nuevos pozos Inyectores	45
Volumen máximo de inyección/Reinyección de agua día por formación para el Área de Desarrollo VSM-37.	60 KBWDP o lo aprobado por la ANH de acuerdo con la prueba de inyectividad.
Volumen máximo de Inyección/Reinyección de gas día por formación para el Área de Desarrollo VSM-37.	60 MSCFD o lo aprobado por la ANH de acuerdo con la prueba de inyectividad.
Tipo de pozo a utilizar como inyector	Pozos nuevos perforados para dicha actividad, o pozos productores o pozos secos convertidos a inyectores.
Localización de los pozos inyectores	Se localizarán dentro de las plataformas licenciadas, de acuerdo con las necesidades de PAREX

Fuente: PAREX, 2024.

Es importante aclarar, que la descripción y especificación de la infraestructura asociada para agua y gas se presentó en numeral 2.2.3.7.3.1 Facilidades de producción/Sistemas de inyección agua y gas.

A continuación de la **Tabla 2-103** a la **Tabla 2-106** se presenta la especificación de la solicitud para el manejo de las aguas y gas asociados del yacimiento hidrocarbonífero mediante inyección/reinyección.

1. Disposición de aguas de producción disposal-inyección

Tabla 2-103. Solicitud de disposal-inyección

Actividad	Cantidad de pozos inyectores	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Inyección-Disposal	45**	60 KBWDP	Honda (H3)	Disposal	Aguas Formación y/o de producción
		60 KBWDP	Doima	Disposal	
		60 KBWDP	Chicoral	Disposal	
		60 KBWDP	Monserrate	Disposal	
		60 KBWDP	Caballos	Disposal	

Actividad	Cantidad de pozos inyectoros	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Total	45	360 KBWPD	5	Disposal	

*El caudal de inyección por pozo y/o por Formación estará sujeto a las pruebas de inyektividad específicas, conforme a las disposiciones y autorizaciones de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - AHN **Los 45 pozos inyectoros solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de **agua o gas**, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los anteriores escenarios, **no se superará el máximo de pozos inyectoros solicitados**.

Fuente: PAREX, 2024.

2. Recobro secundario-reinyección

Tabla 2-104. Solicitud de Recobro secundario-reinyección

Actividad	Cantidad de pozos inyectoros	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Reinyección/Recobro secundario	45**	60 KBWDP	Honda (H2)	Recobro secundario	Aguas Formación y/o de producción
		60 KBWDP	Honda (H3)	Recobro secundario	
		60 KBWDP	Doima	Recobro secundario	
		60 KBWDP	Chicoral	Recobro secundario	
		60 KBWDP	Monserate	Recobro secundario	
		60 KBWDP	Caballos	Recobro secundario	
Total	45	360 KBWPD	6	Recobro secundario	

*El caudal de inyección por pozo y/o por Formación estará sujeto a las pruebas de inyektividad específicas, conforme a las disposiciones y autorizaciones de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - AHN **Los 45 pozos inyectoros solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de **agua o gas**, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los anteriores escenarios, **no se superará el máximo de pozos inyectoros solicitados**.

Fuente: PAREX, 2024.

3. Recuperación terciaria - EOR

Tabla 2-105. Solicitud de Recuperación terciaria - EOR

Actividad	Cantidad de pozos inyectoros	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Reinyección/EOR	45**	60 KBWDP	Honda (H2)	Recuperación terciaria - EOR	Aguas Formación y/o de producción
		60 KBWDP	Honda (H3)	Recuperación terciaria - EOR	
		60 KBWDP	Doima	Recuperación terciaria - EOR	
		60 KBWDP	Chicoral	Recuperación terciaria - EOR	
		60 KBWDP	Monserate	Recuperación terciaria - EOR	
		60 KBWDP	Caballos	Recuperación terciaria - EOR	

Actividad	Cantidad de pozos inyectoros	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Total	45	360 KBWPD	6	Recuperación terciaria - EOR	

*El caudal de inyección por pozo y/o por Formación estará sujeto a las pruebas de inyectividad específicas, conforme a las disposiciones y autorizaciones de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - AHN **Los 45 pozos inyectoros solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de **agua o gas**, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los anteriores escenarios, **no se superará el máximo de pozos inyectoros solicitados**.

Fuente: PAREX, 2024.

4. Inyección de gas

Tabla 2-106. Solicitud de vertimiento mediante inyección para gas-recobro

Actividad	Cantidad de pozos inyectoros	Volumen diario de inyección/reinyección en el Área de Desarrollo VSM-37	Formaciones objeto de inyección	Tipo de Inyección/Reinyección	Tipo de agua de vertimiento
Inyección	45**	60 MSCFD	Honda (H2)	Recobro secundario	Gas
		60 MSCFD	Honda (H3)	Recobro secundario	
		60 MSCFD	Doima	Recobro secundario	
		60 MSCFD	Chicoral	Recobro secundario	
		60 MSCFD	Monserate	Recobro secundario	
		60 MSCFD	Caballos	Recobro secundario	
Total	45	360 MSCFD	6	Recobro secundario	

*El caudal de inyección por pozo y/o por Formación estará sujeto a las pruebas de inyectividad específicas, conforme a las disposiciones y autorizaciones de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - AHN **Los 45 pozos inyectoros solicitados podrán ser usados para la inyección/reinyección de agua o gas, dependiendo de las necesidades operativas del proyecto, es decir que, en cualquiera de los anteriores escenarios, **no se superará el máximo de pozos inyectoros solicitados**.

Fuente: PAREX, 2024.

Las actividades se desarrollarán conforme a las disposiciones y autorizaciones de la ANH-Agencia Nacional de Hidrocarburos.

De acuerdo con lo anterior, en el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales** se presenta la descripción detallada de la actividad de reinyección y/o inyección para el Área de Desarrollo VSM-37.

2.2.3.10 Sistemas de generación y distribución de energía eléctrica

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL contempla la generación de energía eléctrica para el proyecto, a través de las siguientes alternativas:

- ✓ Generación local
- ✓ Granja solar fotovoltaica
- ✓ Interconexión a redes del sistema nacional y/o privado

- ✓ Transformación de gas natural
- ✓ Proceso de optimización del potencial calórico

Por otro lado, para la distribución de energía para cada una de las estrategias de desarrollo contempladas para el proyecto y que requieran del suministro, contempla:

- ✓ Líneas eléctricas
- ✓ Subestaciones eléctricas

2.2.3.10.1 Generación local

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la generación local de energía en las plataformas multipozo y/o facilidades de producción, mediante sistemas de generadores y turbinas que funcionen a base diésel, gas natural, GLP, fuel oil.

2.2.3.10.2 Granja Solar Fotovoltaica

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de una granja solar fotovoltaica de hasta 5 MW, con un área máxima de tres (3) hectáreas.

2.2.3.10.2.1 Alternativas de ubicación, trazado y posibles accesos

La granja solar fotovoltaica se ubicará en un área máxima de intervención de tres (3) hectáreas, ubicada de manera aislada o en áreas contiguas a plataformas existentes y/o a construir, y/o facilidades de producción.

El sitio para la granja solar fotovoltaica estará definido de acuerdo con los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación ambiental y de manejo ambiental del proyecto. Entre los criterios a considerar dentro de la zonificación de manejo ambiental para la ubicación de la granja están:

- ✓ No intervención de áreas de exclusión
- ✓ Minimización de las áreas a intervenir con el fin de efectuar la menor remoción y/o excavación o afectación a los recursos naturales
- ✓ Preferir áreas no sujetas a riesgos naturales no controlables
- ✓ Preferir terrenos donde la capacidad portante sea suficiente para soportar los equipos
- ✓ Examinar la disponibilidad de área y ocupación del espacio
- ✓ Utilizar preferiblemente áreas intervenidas

Es pertinente mencionar que los criterios y especificaciones desarrollados en el presente aparte, corresponde a los diseños de prefactibilidad del sistema y que los diseños específicos a nivel de detalle de ingeniería básica serán presentados en el PMA específico.

2.2.3.10.2.2 Especificaciones técnicas

El diseño contempla obras eléctricas, civiles y mecánicas requeridas para la instalación y correcta operación del proyecto fotovoltaico, en los cuales están incluido un transformador requerido para la entrega de la energía para su transporte al nivel de tensión requerido

(que puede ser 13,2 kV o 34,5 kV). Los módulos fotovoltaicos, las conexiones e instalaciones estarán avalados de conformidad con la normatividad vigente entre las que se destacan, la norma NCT 2050 y el RETIE.

En la **Tabla 2-107** se definen los parámetros electromecánicos del proyecto.

Tabla 2-107 Parámetros electromecánicos

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tensión nominal	34,5 kV
Máxima tensión de sistema	37,95 kV
Frecuencia del sistema	60 Hz
Sistema de puesta a tierra	Sólido
Tipo de Red	Abierta
Disposición	Horizontal
Temperatura máxima del conductor para plantillado	75 °C

Fuente: PAREX, 2023.

La granja solar fotovoltaico se compone de módulos monocristalinos los cuales estarán conectados a inversores y pueden producir una potencia de hasta 110 KVA a 480 VAC.

En la planta será instalado un transformador de tipo compact Skid, este cumplirá la función de elevar el voltaje de los inversores hasta el nivel de tensión a 34,5 kV.

A continuación, En la **Figura 2-115** y **Anexo 16. Diseños** se ilustra de forma genérica la ocupación del terreno de una granja solar, Igualmente, en la **Tabla 2-108**, se presentan la distribución de las áreas del transformador y de los paneles solares. Es de resaltar que esta distribución puede cambiar, según la necesidad del proyecto, sin superar el área máxima de intervención solicitada, por lo que, en los planes de manejo específicos de cada una se presentará la distribución final con su respectivo diseño.

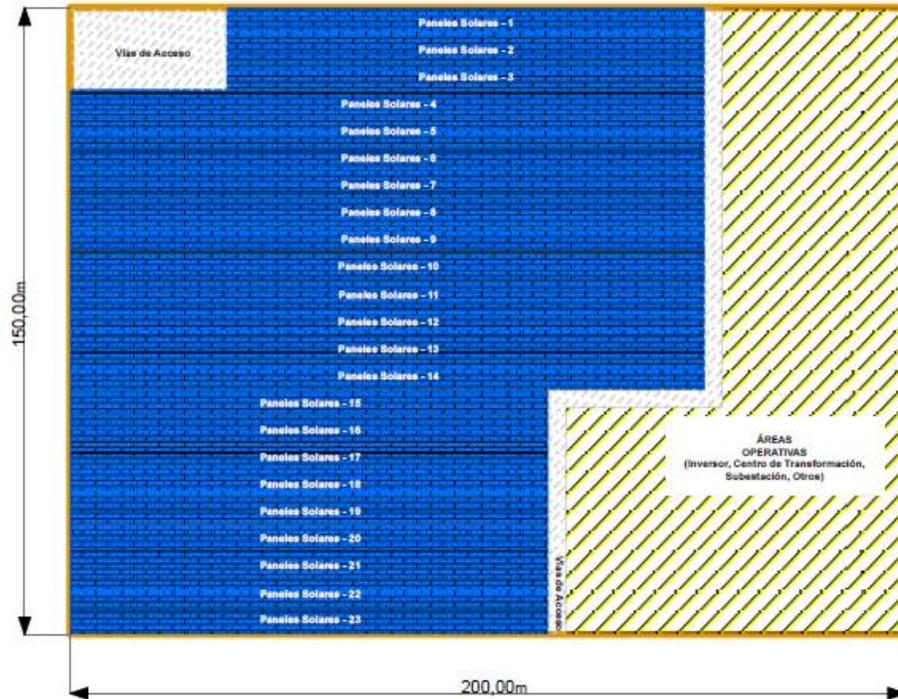


Figura 2-115 Vista genérica de la ocupación del terreno de una granja solar

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-108 Areas de distribución, tranformadores y paneles solares de la granja solar fotovoltaica

NOMBRE	ÁREA (Ha)
Áreas operativas (Inversor, centro de transformación, subestación, etc)	0,857
Vías de acceso	0,2
Paneles Solares-1	0,073
Paneles Solares-2	0,073
Paneles Solares-3	0,073
Paneles Solares-4	0,097
Paneles Solares-5	0,097
Paneles Solares-6	0,097
Paneles Solares-7	0,097
Paneles Solares-8	0,097
Paneles Solares-9	0,097
Paneles Solares-10	0,097
Paneles Solares-11	0,097
Paneles Solares-12	0,097
Paneles Solares-13	0,097
Paneles Solares-14	0,097
Paneles Solares-15	0,073
Paneles Solares-16	0,073
Paneles Solares-17	0,073
Paneles Solares-18	0,073
Paneles Solares-19	0,073
Paneles Solares-20	0,073
Paneles Solares-21	0,073
Paneles Solares-22	0,073
Paneles Solares-23	0,073
Total	3 ha

Fuente: PAREX, 2023.

El sistema solar para instalar consistirá en: Un sistema en piso compuesto únicamente por módulos, inversores, estructura y el centro de transformación. También se instalará un transformador elevador y tablero agrupador.

La granja solar fotovoltaico se compone de 7200 módulos monocristalinos de marca JA Solar, de referencia JAM72S30 540/MR (540 Wp), los cuales cuentan con una eficiencia de 20,9%. Estos módulos fotovoltaicos estarán conectados a inversores de marca Huawei de referencia SUN2000-100KTL - M1 - 480V, los cuales pueden producir una potencia de hasta 110 KVA a 480 VAC. En total serán usados 30 inversores. En la planta será instalado un transformador de tipo compact Skid, este cumplirá la función de elevar el voltaje de los inversores hasta el nivel de tensión a 34,5 kV. Es importante mencionar que los inversores serán instalados bajo la misma estructura de las mesas del proyecto solar en piso. En la **Figura 2-116** se presenta el diagrama general para la granja solar fotovoltaica del proyecto.

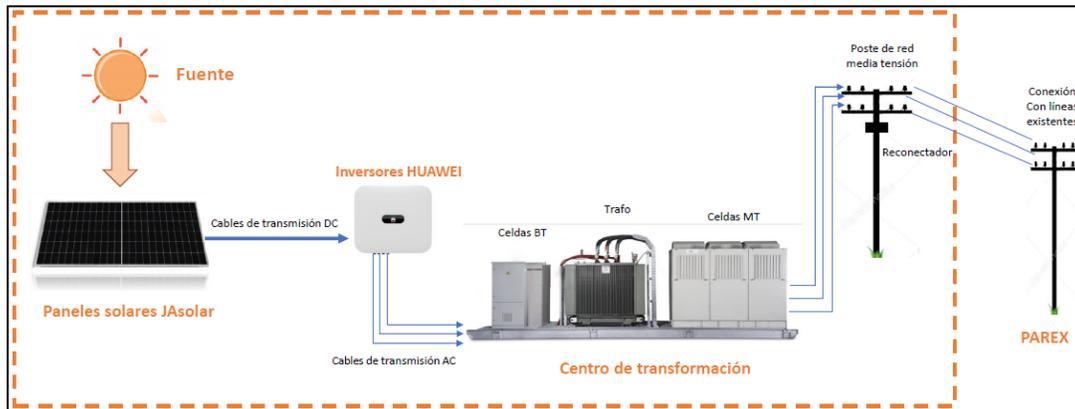


Figura 2-116 Diagrama de la granja solar fotovoltaica del proyecto

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-109** se presentan en términos generales la relación de los equipos y/o componentes de la granja solar fotovoltaica.

Tabla 2-109. Equipos y/o componentes de la Granja solar fotovoltaica

Componente y/o equipo	Especificación	Cantidad	Unidad
Skid	-	1	Un
Conductores	DC- Cable fotovoltaico 4mm ² /6mm ² 1,8 kV DC-0,6/1kVAC	40693	m
	AC-LPE tipo XHHW 2 LS SR TC 90°C 2/0 AWG AA8000 600V	2739	m
Red media tensión	Posteadura 14m	3	Un
	Conductor 4/0 ACSR	360	m
Reconector	34,5 kV	1	Un
Equipo de media	TPs	3	Un
	TCs	3	Un
Medidor	Digital	3	Un
Módulos	JAM72S30 540 /MR	7200	Un
Inversores	Huawei SUN2000-100KTL-M1-480V	30	Un
Mesas	Estructura Metálica de Soporte	80	Un
Bandejas	DC	2526	m
	AC	408	m

Fuente: PAREX, 2023.

➤ Infraestructura de generación de energía

El panel solar fotovoltaico es el elemento fundamental de cualquier sistema fotovoltaico y tiene como función principal captar la energía solar incidente y generar corriente eléctrica. Está formado por un conjunto de células solares conectadas entre ellas en serie y paralelo. La potencia máxima del módulo a condiciones estándar (Potencia STC), la eficacia para transformar la radiación solar incidente en el área del módulo en energía eléctrica (Eficiencia del módulo) y las pérdidas de eficiencia del módulo por las variaciones en la temperatura ambiente (Coeficiente de temperatura de potencia máxima).

Los módulos para usar serán de tecnología fotovoltaica con capacidad aproximada por panel entre 350 y 450 Wp nominales cada uno. Los paneles solares para utilizar buscarán la mayor eficiencia en el mercado para este tipo de sistemas. Dentro de las especificaciones más determinantes en la producción de energía del panel se encuentran: La distribución espacial será la que se muestra en la en los diseños, donde se instalarán hasta 17000 paneles, siendo la potencia nominal instalada de hasta 5 MW, (Ver **Figura 2-116**). En la **Tabla 2-110** se definen las características técnicas del Módulo Fotovoltaico y en el **Figura 2-117** se presenta de manera gráfica el tipo de panel a utilizar.

Tabla 2-110 Características técnicas del módulo fotovoltaico

Referencia del Módulo	JAM72S30-540/MR	
	STC	NOCT
Corriente de alimentación máximo (Imp)	12,97 A	10,47 A
Voltaje en circuito abierto (Voc)	49,6 V	46,43 V
Corriente en corto circuito (Isc)	13,86 A	11,09 A
STC de eficiencia del módulo (%)	0,2%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C ~ +85°C	
Voltaje máximo del sistema	1,500 VDC	
Clasificación de fusibles serie máxima	25 A	
Tolerancia de alimentación	0 ~ +5W	
Coeficientes de temperatura Pmax	-0,350%/°C	
Coeficientes de temperatura Voc	-0,275%/°C	
Coeficientes de temperatura Isc	0,045%/°C	
Temperatura nominal de funcionamiento de celda (NOCT)	45±2 °C	

Fuente: PAREX, 2023.

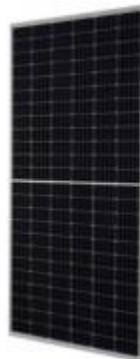


Figura 2-117 Especificaciones técnicas de los paneles solares

Fuente: PAREX, 2023.

✓ Conectores

La conexión de los paneles solares se realiza mediante conectores MC4 que viene integrados a los cables de conexión de cada panel solar, si se requiere la conexión de paneles mediante la extensión del cableado se utilizarán como accesorios adicionales conectores MC4 tipo macho o tipo hembra según la polaridad que se requiera. Los conectores están diseñados con un grado de protección IP67, por lo que son aptos para su uso a la intemperie, Estos permiten una conexión fácil y segura entre los elementos conductores del sistema. En la **Figura 2-118** se muestran las características de los conectores MC4 a instalar.



Figura 2-118 Conectores MC4

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-111**, se presentan las especificaciones técnicas de los conectores a utilizar en el desarrollo de la granja solar fotovoltaica del Área de Desarrollo VSM-37.

Tabla 2-111, Especificaciones técnicas de los conectores.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tipo de conector	MC4
Voltaje nominal	Entre 600V y 1500V
Corriente Nominal	Entre 22,5A y 45°
Rango de temperatura ambiente	Entre -40°C y 75°C
Grado de protección	IP65, IP68
Estándares de calidad	UI94-V0, IEC60068-2-52, UL6703

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Estructura de Soporte**

Los paneles solares se instalarán sobre una estructura de soporte fija biposte con un ángulo de inclinación entre 10° y 15° como se muestra en la **Figura 2-119**. La estructura será anclada al terreno del proyecto, para lo cual existen dos modalidades dependiendo de las características del suelo: hincado de los pilares verticales al suelo o cimentación de la estructura a través de zapatas en concreto.



Figura 2-119, Vista de la estructura recomendada

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-112**, se describen las especificaciones técnicas de la estructura.

Tabla 2-112, Especificaciones técnicas de la estructura

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tipo de estructura	Estructura de inclinación fija tipo biposte
Material	Acero conformado en frío y laminado en caliente
Tratamiento de acabado	Galvanizado en caliente por inmersión según norma
Inclinación	10°
Número de filas por mesa	De 3 a 5
Disposición del modulo	Portrait o Landscape
Distancia entre mesas	De 2m a 5m
Estándares de calidad y Normativa	NSR010, EN-ISO 14,713, Acero Calidad A36-S275JR y ASTM A572 Gr50-S355JR

Fuente: PAREX, 2023.

➤ Caja Combinadora

Las cajas combinadoras permiten la conexión segura en paralelo de múltiples strings en arquitecturas de plantas solares. Las cajas deben incluir protecciones contra sobre corriente para cada string de paneles (fusibles), protección contra sobre tensiones en DC y un desconector/protección general que supervise y actúe como medio de desconexión de la salida agregada de la caja.



Figura 2-120, Vista previa de las cajas combinadoras

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-113**, se describen las especificaciones técnicas de las cajas combinadoras.

Tabla 2-113, Especificaciones técnicas de las cajas combinadoras,

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Voltaje máximo	Entre 1,000V y 1,500V
Número de entradas o Strings	Más de 16
Corriente de entrada por String	Entre 10A y 15A
Protección contra sobre corriente a la entrada	Fusibles por string
Corriente de salida	Mayor a 160A
Protección contra sobre tensiones	Tipo 2 15kA 40kA
Desconectador DC	Mayor a 400A / Entre 1000V Y 1500V
Nivel De Protección	IEC61140 - II
Estándares de calidad	IEC 61439-1, IEC 61439-2

Fuente: PAREX, 2023.

➤ Inversores

Para la interconexión de cada conjunto de módulos fotovoltaicos, se instalarán inversores de potencia nominal a la entrada de aproximadamente 1 MW de capacidad para cubrir la demanda total requerida. Estos inversores se ubicarán dentro de la periferia del sistema solar proyectado de manera que se optimicen las pérdidas de energía y recursos de conexionado entre módulos fotovoltaicos. Los equipos permitirán convertir la corriente continua generada por los módulos solares en corriente alterna de alta calidad y libre de CO₂. En la **Tabla 2-114**, se describen las especificaciones técnicas de los inversores En la **Figura 2-121** se presenta de manera gráfica el tipo de inversor a utilizar.

Tabla 2-114. Especificaciones técnicas de los inversores

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Máxima eficiencia	98,8% @480 V
Máx, tensión de entrada	1,100 V
Tensión de entada inicial	200 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480
Número de entradas	20
Potencia nominal activa de salida (CA)	100,000 W 480 V @40°C
Máx, potencia aparente de salida (CA)	110,000 VA
Tensión nominal de salida	480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Máx, distorsión armónica total	<3%
Protecciones Eléctricas	Dispositivo de desconexión del lado CC Protección contra funcionamiento en isla Protección contra sobreintensidad de CA Protección contra polaridad inversa de CC Monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos Protector contra sobretensiones de CC, Tipo II Protector contra sobretensiones de CA, Tipo II Detección de aislamiento de CC Unidad de monitorización de la intensidad Residual
Clase de protección	IP66
Comunicaciones	Monitor (Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP), USB, RS485, MBUS
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Estándares de calidad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683

Fuente: <https://solar.huawei.com/>



Figura 2-121, Inversor tipo

Fuente: <https://solar.huawei.com/>

➤ **Centro de transformación**

En la planta será instalado un transformador de tipo compact Skid, este cumplirá la función de elevar el voltaje de los inversores hasta el nivel de tensión a 34,5 kV. El centro de transformación son soluciones desarrolladas integrales que simplifican el diseño, el transporte, la construcción y puesta en marcha de las plantas. En dichos centros de transformación, se busca la integración de uno o más inversores con la etapa de transformación a media tensión en el mismo sitio, adicionalmente pueden incorporar espacios para conexiones en Baja tensión, sistemas de monitoreo y control, entre otros.



Figura 2-122, Vista de una estación transformadora

Fuente: PAREX, 2023.

En la **Tabla 2-115**, se muestran las especificaciones generales de los centros de transformación sugeridas para el proyecto, cada una estará en capacidad de agregar la salida de dos inversores de y elevar la tensión de salida al nivel de media tensión requerido. En la planta será instalado un transformador de tipo compact Skid, este cumplirá la función de elevar el voltaje de los inversores hasta el nivel de tensión a 34,5 kV.

Tabla 2-115, Especificaciones técnicas de las estaciones transformadoras,

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Potencia Nominal en AC	Entre 2,000kVA y 5,000kVA
Voltaje de salida en AC	Entre 6,5kV a 34,5kV
Frecuencia de Operación	60Hz
Protecciones Eléctricas	Interruptor seccionador en DC, Interruptor de potencia en vacío de media tensión, Descargador de sobretensiones tipo 1
Altitud de operación máxima	3,000 msnm
Nivel de Protección	IP65
Estándares de calidad	IEC 62271-1-202, IEC 62271-200, IEC 60076

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Subestación / Switchgear**

La estación de MT contará con un Switchgear en Media Tensión con la tensión de referencia de la red interna de Parex, de igual forma, contendrá una celda de entrada y protección para cada acometida de salida de cada una de las estaciones transformadoras descritas anteriormente. La subestación tendrá las características mostradas en la **Tabla 2-116** y las funciones de protecciones mencionadas en la **Tabla 2-117**.



Figura 2-123, Vista previa del Switchgear en Media Tensión,

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-116, Especificaciones técnicas de la subestación,

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tipo de subestación	Interior con aislamiento en aire o vacío
Voltaje Nominal	De 6,5kV a 34,5kV
Potencia Nominal	De 15 a 20MVA

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-117, Requisitos de protecciones para plantas de generación basadas en inversores,

Protección	Función
ANSI 27	Subtensión
ANSI 59	Sobre tensión
ANSI 59N	Sobre tensión de secuencia cero
ANSI 81U	Baja Frecuencia
ANSI 81O	Sobre frecuencia
ANSI 32	Sobrepotencia adelante
Anti Isla	Evitar el funcionamiento en isla del generador
Chequeo a la energización	Chequear tensión en al menos una fase previa a la conexión del sistema
ANSI 51/51N	Sobre corriente de fases y tierra

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.10.2.3 Métodos constructivos

➤ **Localización y replanteo**

Se realiza la localización y replanteo de la granja solar según las indicaciones de los planos, teniendo en cuenta los niveles topográficos, ejes, dimensiones y demás características y alcances del proyecto y tomando como puntos de amarre topográfico, se procederán al replanteo del área por parte de una comisión de topografía. El objetivo de esta actividad es demarcar todos los elementos que conforman el área de la granja solar, de tal manera que se identifiquen y materialicen claramente los vértices de las áreas a intervenir por parte del equipo de construcción y obras.

➤ **Movilización de equipos y materiales**

Una vez se cuente con el replanteo, se inicia la movilización material, maquinaria y equipos con el objeto de iniciar las obras definidas en el diseño y materializadas en terreno. A partir de este momento, esta actividad se realiza de forma permanente durante la duración del proyecto.

En caso de que sea necesario el transporte de carga extra dimensionada, se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002) y disposiciones reglamentarias (Resolución 4959 de 2006 del Ministerio de Transporte), o norma que los modifique y sustituya, además de implementar los procedimientos HSE establecidos por la organización.

➤ **Remoción de cobertura vegetal y descapote**

Actividad que consiste en la remoción de la cobertura vegetal presente en el área de intervención, esta contempla el aprovechamiento forestal de aquellos fustales con DAP >10cm mediante el método de tala rasa, posteriormente en el área de intervención del complejo Solar se realizará el descapote de la capa orgánica presente en el suelo de manera mecanizada según el tipo de cobertura vegetal a intervenir.

➤ **Acondicionamiento y nivelación del terreno**

Para llevar a cabo el acondicionamiento del terreno y su nivelación se requieren de las siguientes actividades.

- ✓ Señalización de las zonas de trabajo y delimitación de las rutas de tránsito peatonal, vehicular y maquinaria.
- ✓ Retiro de piedras o afloramientos rocosos que puedan existir en los predios, así como desechos de construcción, basuras y todo material que no cumpla con las especificaciones técnicas.

La Nivelación del terreno para crear una calzada firme, estable y lo suficientemente homogénea con la compactación y resistencia mecánica adecuada. Lo anterior para el tránsito de vehículos y maquinaria de construcción, se requiere eliminar aquellos desniveles que no permitan la instalación de las estructuras, teniendo en cuenta que estas pueden asumir en general pendientes del orden de 7% a 15% aproximadamente. Para esta

nivelación del terreno serán necesarias operaciones de desmonte y terraplenado, que culminarán con la compactación del terreno hasta alcanzar el grado de compactación apropiado para la implantación de la granja solar.

- ✓ Construcción de viales internos

Las vías internas de acceso estarán constituidas de dos capas de subbase de 15 cm y geotextil, 5 y 6 metros de ancho. Las vías internas se habilitarán según la necesidad del proyecto, de acuerdo con el avance y necesidades del proyecto de construcción de obras civiles y montaje de la granja solar.

➤ **Construcción de estructuras 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 los módulos solares y sus equipos de generación, almacenamiento, rotación y sostenimiento entre otros. La labor involucra el encofrado, instalación de acero de refuerzo, vaciado y vibrado de una placa de concreto según las especificaciones y el espesor establecido en los planos. Posteriormente se realiza el desencofrado y curado de las placas.

➤ **Replanteo topográfico y plantillado de estructuras de soporte de los módulos solares**

El replanteo con la topografía inicial se realiza para verificar en terreno las ubicaciones de las obras y equipos. Para efectuar el replanteo definitivo, se estaquilla el eje y los perfiles cada 10 metros, marcando el ancho de cada perfil y el ángulo de inclinación del área.

El plantillado consiste en la ubicación de marcas sobre el terreno, típicamente con estacas de madera, con las que se indican los ejes de las estructuras que se instalarán posteriormente para soportar los paneles.

Se eliminan obstáculos el terreno, permitiendo el libre tránsito durante los trabajos. Una vez libre el terreno, se implementa un Punto de referencia con coordenadas conocidas, sobre el que se apoyará todo el replanteo de los puntos. Para lo anterior, se buscan las coordenadas de los centros exactos de los perfiles, según su tipo, ya sean tipo C o tipo H. Estos puntos centrales, se dispondrán manteniendo una línea recta de tal forma que se mantenga la lineación de las estructuras.

Una vez definido el punto se deja señalado mediante estacas rotuladas o elementos similares. A continuación, se pasa a medir las cotas mediante nivel láser, obteniendo estas se instalará la estructura, evitando así las irregularidades del terreno. Para ello se colocarán puntos guía que mediante una línea de nylon (tipo pesca), totalmente tensa y sin pandeos, mantendrá la cota de diseño, evitando las irregularidades del terreno y manteniendo las tolerancias propias del fabricante.

➤ **Proceso de hincado directo de perfiles**

Con una maquina hincadora, la cual se desplaza mediante orugas a una velocidad inferior a 3 Km/h de punto a punto definido en las etapas anteriores. Una vez allí, se coloca el perfil en la guía de la hincadora, la cual mediante un martillo hidráulico con una energía de impacto de 1000 Joules aproximadamente, comenzará a golpear dicho perfil, introduciéndolo en el terreno hasta la cota fijada mediante el nylon.

El operador controlará la energía del impacto, la velocidad de percusión y corregirá las posibles desviaciones que puedan surgir durante el hincado, evitando que el perfil sobrepase las tolerancias máximas admisibles, definidas por el fabricante. Durante este proceso, no se realizan movimientos de tierra, ni remoción de terreno únicamente en lugares específicos se realizará una regularización del terreno, al ser una hinca directa sobre el terreno natural su profundidad máxima será de 1,5 m.

➤ **Montaje perfiles soporte módulos fotovoltaicos**

El panel fotovoltaico se instala con un ángulo de inclinación de 10° y 15° en relación con el piso sobre una estructura metálica fija como se puede evidenciar en la **Figura 2-119**, Adicional los perfiles se fijarán al suelo mediante hincado como se explicó en los apartados anteriores. Los perfiles serán hincados a una profundidad máxima de 1,5 m.

La disposición de la estructura consiste en la instalación de grupos de paneles solares organizados en filas, orientados verticalmente. Estos grupos de paneles que comparten una estructura van soportados por marcos con voladizos en los extremos. Una vez instalados los soportes, comienza el proceso de ensamblado de las estructuras metálicas y luego la instalación de los módulos fotovoltaicos sobre estas.

Los perfiles de las estructuras serán ensamblados manualmente in situ, siendo transportados por medios mecánicos. El suministro será de fábrica y se trasladarán a la granja solar. Todos los componentes estructurales, tornillería y accesorios de acero serán galvanizados en caliente de fábrica.

➤ **Instalación de paneles fotovoltaicos**

Los módulos para usar serán de tecnología fotovoltaica con capacidad aproximada por panel entre 350 y 450 Wp nominales cada uno, La distribución espacial será la que se muestra en los diseños, donde se instalarán hasta 17000 paneles, siendo la potencia nominal instalada de hasta 5 MW. Ver **Tabla 2-110** y **Figura 2-117**.

➤ **Estructura de inversores**

La estructura se montará estrictamente con perfiles y dimensiones que se establezcan en los planos de diseño. Previo a la instalación de los elementos estructurales se debe realizar una revisión de los planos de detalle de la estructura, así como de documentos de obra donde se especifiquen diseños, sistemas y materiales a utilizarse. En la **Figura 2-124**, se presenta un diseño tipo de las estructuras de inversores.

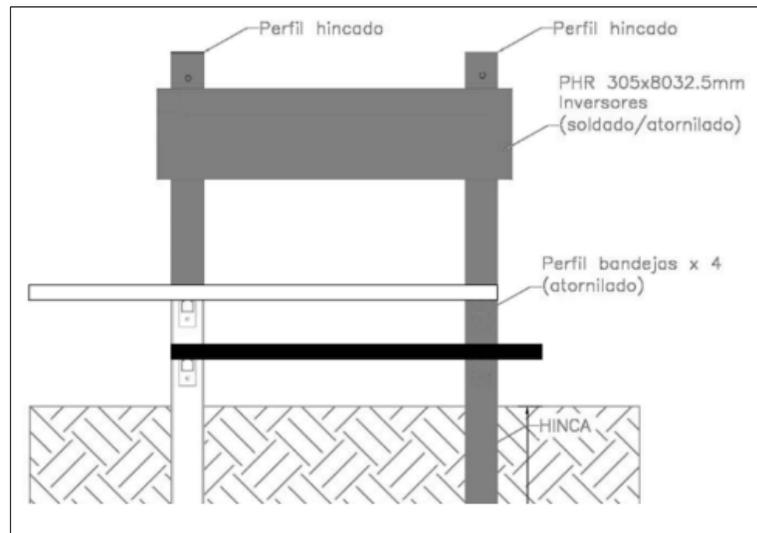


Figura 2-124 Diseño tipo de las Estructuras de inversores

Fuente: PAREX, 2023.

➤ Instalación de inversores

La zona donde se instalen los inversores deberá estar libre de obstáculos y convenientemente acondicionada para ubicarlo sobre su cimentación. La carga y descarga del contenedor debe ser realizada por personal especializado. La maquinaria utilizada para la elevación del equipo debe ser capaz de soportar el peso del conjunto, con los amarres o las garras en línea con el centro de gravedad del contenedor.

Se conectarán los inversores siempre ajustándose a lo prescrito por el manual del fabricante, y teniendo en cuenta todos los factores de seguridad pertinentes. Los instaladores que realicen el conexionado deben ser electricistas cualificados, especializados y con experiencia en instalaciones fotovoltaicas. Se recomienda realizar tareas de entrenamiento antes de la conexión del cableado, para garantizar la seguridad y evitar problemas inesperados.

A la hora de conectar los cables en el interior del inversor se procederá de la siguiente manera:

- ✓ Todos los elementos metálicos de la instalación fotovoltaica deben estar conectados a tierra.
- ✓ Verificar ausencia de daños en el recorrido de los cables DC desde los paneles solares hasta el inversor.
- ✓ Verificar correcto conexionado en el recorrido de los cables DC de paneles solares hasta el inversor.
- ✓ Verificar ausencia de tensión los cables de alimentación de red (R, S, T) y conectar en los bornes correspondientes.
- ✓ Comprobar que la polaridad de los Strings es correcta.
- ✓ Verificación del cableado DC: Medida de tensiones de circuito abierto se encuentran dentro del rango de entrada del inversor.

- ✓ Comprobar la puesta a tierra del generador solar, midiendo tensiones entre cada uno de los polos y tierra.
- ✓ Verificación de la localización de cada cable de CC y CA es correcta.
- ✓ Conexión del cableado procedente del generador solar, se realizará sin haber conectado los paneles entre sí o desconectando las series en las cajas de agrupación.
- ✓ Conexión del cableado hacia el transformador de potencia, se realizará sin haber conectado el transformador a la red de Media Tensión.
- ✓ Comprobación de pares de apriete.
- ✓ Sellado de entradas de cableado.

➤ **Instalación de transformadores**

Para la instalación de los transformadores como primera medida se deben tener en cuenta los procesos de desembalaje, el transformador vendrá con unas piezas de elevación que sobresalen de su envoltente. Colocar los grilletes en dichas piezas.

Una vez identificadas las piezas de elevación, se levanta el transformador con la grúa de elevación ligeramente para comprobar que está suelta del embalaje inferior, posteriormente se lleva el transformador a su posición en la losa, colocando el transformador en la losa simplemente apoyado, se comprueba que el transformador se encuentra nivelado sobre las placas de nivelación. En caso de que no sea así, proceder a quitar o poner las placas necesarias hasta que se encuentre nivelado y las placas de anclaje estén con la mayor superficie de apoyo posible.

Luego se colocan las piezas guía en el interior de las perforaciones realizadas en la losa de cimentación. Estas guías pueden ser trozos de unos 30 cm de largo de tubería de acero del diámetro ligeramente inferior al de los tornillos (25 mm diámetro x 200 mm de largo). Elevar el transformador por encima de las guías colocadas en las perforaciones y nivelar el transformador de manera que los agujeros de las piezas de anclaje coincidan con las guías, descender lentamente el transformador de manera que todas las guías pasen por el interior del agujero de las piezas de anclaje.

Antes de que el transformador toque el suelo, se debe realizar un ajuste fino de manera que ambos círculos (el de la losa y el de la pieza de anclaje) sean concéntricos. La manera de comprobar que se ha colocado bien es introducir un tornillo expansivo y que entre por el agujero, realizado el paso anterior se baja el transformador, se quitan las piezas de transporte marítimo y retirar con la grúa, posteriormente se colocan las tapas superiores con la grúa, se recoge la grupa y se quitan las argollas de trincaje marítimo laterales y se colocan las tapas laterales cuadradas del transformador, Finalmente se colocan los tornillos expansivos en los anclajes y se aprietan.

Para la conexión del transformador, se debe realizar la colocación del cableado de AC, quitar todas las tapas del transformador, tanto del lado del contenedor como del lado de la celda de media tensión. Se colocan los dos cajones de entrada de cableado en el transformador del lado que da al contenedor de inversores, posteriormente se coloca el tramex en el suelo por debajo del transformador para el cableado del inversor, una vez colocado el tramex, colocar el cajón de entrada de cable del inversor en el lado de la celda del transformador y colocar los puentes de baja de los inversores.

Para la colocación del cableado de media tensión se debe comprobar que el tubo esté libre de desperdicios, empujar una a una las patas de media tensión desde el lado de la celda al realizar esta operación, tener especial cuidado con los toroidales del relé de protección. A medida que entre cada una de las patas ir colocándolas cerca de su respectiva pletina, Desembalar las botellas y comprobar que no hay ninguna deteriorada. Si la hay, sustituirla. Conectar las botellas en las pletinas. Comprobar que las distancias a los puntos activos sean las correspondientes, Amarrar los cables con bridas si fuese necesario. Limpiar las botellas con alcohol y un trapo, reponer la espuma tanto en el tubo como en la entrada del cableado de media tensión.

Para la conexión de la manguera de servicios auxiliares, se debe introducir el cable por el tubo corrugado, y conectar las tres fases del cable de auxiliares colocados en cada uno de los paletones del inversor en el transformador.

Para conexión de neutro de servicios auxiliares, se debe introducir el cable por el tubo corrugado y conectar el cable en la barra del neutro del transformador (lado del contenedor de inversores, parte baja del transformador).

Finalmente se realiza la conexión de sondas de temperatura, colocando el tubo corrugado en el interior del transformador, se introduce el cable por el tubo corrugado, se abre la caja de las sondas de temperatura y se conecta cada cable en los borneros por último se embriada el cable para que quede recogido por el lateral del transformador.

➤ **Estructuras atornilladas**

En las estructuras que serán atornilladas en sitio se debe tomar mediciones previas por personal calificado en ambos perfiles para que todas las piezas calcen entre sí; toda perforación será realizada con herramienta en óptimo estado (taladro, brocas y planta eléctrica) y no será mayor a 1,5 mm.

La superficie perforada debe ser limada para que no tenga ninguna deformidad superficial y deben ser protegidas con pintura rica en zinc (galvanizado en frío); Al unir los perfiles estructurales estos deben ser fijados como muestra los detalles estructurales en planos con su respectivo torque utilizando herramienta en óptimas condiciones (torquímetro, llaves boca fija, ratchet).

➤ **Proceso de soldaduras**

De requerirse soldaduras en sitio esta será ejecutada por personal calificado y con equipos en óptimas condiciones de uso (planta eléctrica, soldador/inversor y pulidora), la soldadura será de tipo revestida 6011. Solo se podrán usar electrodos nuevos y se rechazará electrodos húmedos o dañados, Se debe preparar la estructura para que quede libre de óxido, pintura, grasas y otro elemento que perjudique la calidad de los trabajos en ejecución.

Para proceder con las soldaduras los elementos deben tener superficies paralelas y alineadas. Los elementos estarán convenientemente fijados, nivelados y aplomados, en las posiciones finales de cada pieza, Los cordones de soldadura deberán ejecutarse previniendo la deformación de los perfiles.

Al terminar de realizar los puntos o cordones de soldadura se debe retirar escorias y pulir la zona intervenida. Las zonas intervenidas deben ser protegidas con pintura rica en zinc (galvanizado en frío).

➤ **Puntos de conexiónado y equipos eléctricos**

Para la conexión de los módulos y sus inversores, se instalarán los dispositivos de protección, monitoreo, sincronismo eléctrico a un nivel de tensión de 13,2 kV o 34,5 kV, así como los equipos eléctricos de elevación con su correspondiente línea de conexión hasta el pórtico de las subestaciones.

➤ **Conexión eléctrica entre sistemas**

Para la interconexión entre los sistemas mencionados, se tiene prevista la construcción de bancos de ductos, instalación de bandejas, y algunas rutas aéreas y/o enterradas, que permiten la conexión al pórtico existente en 34,5 kV, así como también la línea de interconexión con el sistema solar fotovoltaico. La anterior infraestructura se tiene contemplada dentro de las mismas áreas mencionadas para los sistemas anteriores.

➤ **Cerramiento Granja solar,**

Se construirá con malla eslabonada, la cual se compone de alambre galvanizado No. 10 y tendrá una altura mínima de 2,0 m.

Sobre la malla de cerramiento y puerta de acceso se colocarán los avisos de "Peligro-Baja Tensión" en placas fondo amarillo y letras negras. Además, deberá tener un símbolo de riesgo eléctrico según la tabla adoptada IEC 60417-1.

Las puertas tendrán una apertura de 2,0 metros, se abrirán hacia el exterior en un ángulo de al menos 90 grados, esta debe estar equipadas con un mecanismo de enclavamiento capaz de garantizar su posición abierta, La malla de encerramiento y la puerta debe ir aterrizada.

➤ **Mantenimiento electromecánico, preventivo y correctivo**

- ✓ Módulos solares fotovoltaicos

Su configuración carente de piezas móviles y la característica de generación eléctrica de forma estática hacen que estos elementos requieren poco mantenimiento, al mismo tiempo, el control de calidad de los fabricantes es general y exhaustivo en las fábricas con lo que rara vez presenta problemas.

- ✓ Limpieza periódica del panel

La suciedad que pueda acumular un módulo solar fotovoltaico reduce su rendimiento, por lo que se retiraran las capas de polvo que se depositan sobre él. Las labores de limpieza de los módulos solares se realizarán dependiendo del nivel de suciedad que éstos alcancen pudiéndose programar varias limpiezas en el año. Dado que en nuestro país las condiciones

de lluvia favorecen la autolimpieza de estos elementos se considerarán los tiempos de limpieza para las temporadas secas o con baja pluviosidad.

La limpieza se realizará con agua sin elementos pesados (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos), evitando que se presenten cambios bruscos en la temperatura del módulo solar fotovoltaico.

- ✓ Inspección visual de posibles degradaciones y daños

Se verificará que los módulos solares se encuentren en correcto estado. La verificación contemplará:

- Ausencia de roturas en el cristal.
- Ausencia de rayones profundos.
- Ausencia de deformaciones en el marco metálico de los módulos.
- Ausencia de sombras.

- ✓ Control de la temperatura del panel

Uno de los mayores enemigos de la producción energética de los módulos solares es la temperatura. Para ello se verificará que la temperatura de operación de estos se presente de manera uniforme sobre toda la superficie de este. Para dicha labor se requerirá el uso de termografía infrarroja.

- ✓ Control de las características eléctricas del panel

La producción eléctrica y energética del panel se confía a los conductores y conexiones eléctricas entre los módulos y las cajas de combinación. La revisión de las conexiones eléctricas considera, entre otros:

- Verificación de sulfatación en contactos.
- Verificación de oxidación en los circuitos eléctricos (conexiones) y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. En caso de suciedad, se procederá a la sustitución de piezas en mal estado y/o limpieza de terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja.

- ✓ Estructura soporte de los paneles

La estructura soporte de los módulos solares fotovoltaicos estarán fabricadas íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo.

El mantenimiento de estas se realizará cada año y consistirá en:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc.).

- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobación de la conexión a tierra de la estructura y marcos metálicos de los módulos solares fotovoltaicos.

✓ Inversores

Los inversores son uno de los equipos más delicados e importantes de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más exhaustivo. Los trabajos de mantenimiento serán los siguientes:

- Limpieza o recambio de los filtros de entrada de aire (donde aplique).
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.
- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución. Revisión de cerraduras y bisagras.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan decoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Verificar el envejecimiento de dispositivos de protección por sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección Interruptores de protección de la corriente de defecto.
- Interruptores automáticos.
- Interruptores de potencia.
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia.

✓ Protecciones de la instalación solar fotovoltaica

Las protecciones del circuito eléctrico de la instalación solar fotovoltaica han de encontrarse siempre en perfecto estado de funcionamiento ya que de estas depende la totalidad de las condiciones de seguridad tanto de equipos como de usuarios. Las operaciones de mantenimiento que habrá que realizar son:

- Comprobación del funcionamiento de todos los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.
- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores, reparándose los defectos encontrados.
- Comprobación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen, reparándose los defectos encontrados.

✓ Retiro de equipos y paneles solares

Los equipos se desmantelarán de acuerdo con el inventario realizado previamente por un contratista especializado y que cuente con los permisos e infraestructura necesaria para realizar la labor. El material generado se almacenará temporalmente en el sitio establecido para este fin y posteriormente será retirado para disposición final. El manejo y disposición final de estos elementos será entregado a un tercero autorizado y/o reutilización por la empresa operadora en otras áreas. Los residuos generados se llevarán a un centro de acopio, para incluirlos dentro del manejo de residuos.

Se desmantelarán todas las estructuras metálicas y los sobrantes serán almacenados temporalmente en los sitios establecidos. El proceso de chatarrización o reutilización se realizará por medio de un tercero con Licencia Ambiental. Los lugares autorizados, cumplirán con las condiciones mínimas de aseguramiento de acuerdo con la caracterización que se dé a cada uno de los elementos allí almacenados, se utilizarán áreas como zonas de almacenamiento de chatarra.

2.2.3.10.3 Interconexión a redes del sistema nacional y/o privado

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la interconexión a redes del sistema nacional y/o privado existentes y/o a construir a futuro dentro del Área de Influencia del Área de Desarrollo VSM-37.

Esta interconexión se realizaría con líneas eléctricas cuyas especificaciones se presentan en numerales anteriores, del presente capítulo.

2.2.3.10.4 Transformación de gas natural

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita autorización para la autogeneración de energía eléctrica, a través de la transformación de gas natural resultado del proceso de perforación a combustibles líquidos ultra limpios a partir de la implementación de la tecnología GTL, para la autogeneración de energía por medio de Gas.

2.2.3.10.5 Proceso de optimización del potencial calórico

A continuación, en la **Figura 2-125** se describen las etapas generales en el proceso de explotación de hidrocarburos:



Figura 2-125 Etapas generales en la explotación de hidrocarburos

Fuente: PAREX, 2023.

Al respecto, es preciso aclarar la actividad de optimización del potencial calorífico proveniente del agua de producción para generación de energía eléctrica, que es producida o separada en las etapas de tratamiento de fases (agua, crudo y gas), en las facilidades de producción, por lo tanto, procederemos a realizar un análisis en los sistemas de acondicionamiento del agua de producción en la etapa de separación.

➤ **Etapa de Separación**

Una vez, en superficie, los fluidos deben ser conducidos a facilidades de producción, previamente acondicionadas y/o construidas; donde se concentrará el manejo, separación y tratamiento de los fluidos de producción (crudo, agua y gas).

En las facilidades de producción la primera etapa para el manejo de fluidos en superficie es la recolección. En esta fase, se recoge el fluido proveniente de cada uno de los pozos a través de los manifold o múltiples de producción. Los manifolds son un conjunto de válvulas y tuberías que distribuyen el fluido proveniente de cada uno de los pozos, hacia los separadores. Los manifolds pueden ser portátiles o permanentes y permiten el muestreo y la toma de presiones.

Desde el manifold los fluidos son alineados para ingresar a un separador trifásico de producción, donde se somete a la separación inicial de las fases agua, aceite y gas por diferencia de densidades.

Un separador es un recipiente presurizado de acero que se utiliza para disgregar la mezcla de hidrocarburos en sus componentes básicos petróleo, gas y agua; la separación ocurre a distintos niveles de presión y temperatura establecidas por las condiciones del pozo de donde provenga el fluido. La segregación gravitacional es la más importante que ocurre

durante la separación, el fluido entra al recipiente y choca con el deflector, lo que significa que el fluido más pesado se decanta en el fondo y el fluido más liviano se eleva hacia la superficie.

➤ **Proceso de optimización**

El proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción para la autogeneración de energía eléctrica en la Facilidad de Producción se realizará a la salida de los filtros, antes de que el agua sea direccionada a la succión de las bombas de inyección y distribuida a las plataformas multipozo y a los pozos inyectoros y/o reinyectoros.

El proceso de generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del potencial calórico de los fluidos de producción (agua de producción) se realizará mediante el ciclo de generación de potencia basado en el ciclo orgánico de Rankine (ORC: Organic Rankine Cycle); el cual es especialmente adecuado para la revalorización de fuentes de calor de baja temperatura con el fin de producir energía eléctrica y calor útil; con el consiguiente beneficio económico y medioambiental.

El ciclo Rankine orgánico es un ciclo termodinámico que convierte calor en trabajo mecánico, que a su vez es convertido en electricidad, utilizando un fluido de trabajo orgánico, para aprovechar fuentes de calor de baja temperatura.

El ciclo termodinámico ORC (Organic Rankine Cycle), transcurre en una unidad a flujo cerrado, El proceso comienza en la bomba (Circuito 1, Ver **Figura 2-126**), donde el fluido de producción (El agua de producción) a una temperatura promedio de 80 a 100° C, se bombea para pasar a través del evaporador (intercambiador de calor); en este, se realiza el intercambio calórico del agua de producción con un fluido de trabajo; a fin de aumentar la energía del fluido de trabajo, llevando al mismo a punto de evaporación. Mediante la expansión del vapor del fluido de trabajo en la turbina se produce una energía mecánica que, a través de un generador eléctrico estándar, genera electricidad (Circuito 2, Ver **Figura 2-126**).

El fluido de trabajo pasa a un economizador (intercambiador de calor), donde se realiza el intercambio de calor entre el fluido de trabajo a la salida de la turbina con el fluido de trabajo a la entrada del evaporador, y así aumentar la eficiencia del sistema, aprovechando la energía del vapor a baja presión para precalentar del fluido de trabajo a la entrada del evaporador. Durante el proceso, se produce una condensación del fluido de trabajo, generando una cantidad de calor útil en el condensador y/o aroenfriador en forma de agua que puede ser aprovechada en otras actividades del campo.

Se reinicia, bombeando el fluido de trabajo desde el condensador o aroenfriador al economizador con el fin de aumentar su temperatura y finalmente, en el evaporador comenzar nuevamente el proceso. En la **Figura 2-127**, se presenta el esquema general del Ciclo Rankine orgánico-proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción para la autogeneración de energía eléctrica en la Facilidad Producción.



Figura 2-126. Circuito 1, Unidad de Flujo cerrado

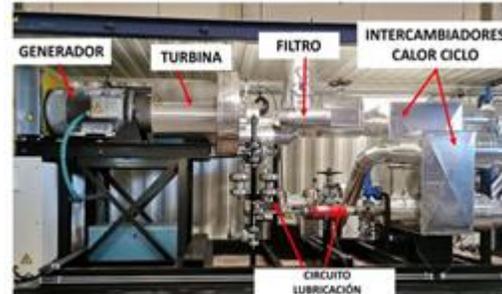


Figura 2-127. Circuito 2, Unidad de Flujo cerrado

Fuente: PAREX, 2023

El proceso se realiza en una unidad a flujo cerrado (Fabricados por Rank®), compuesto por cinco sistemas principales que permiten cumplir el ciclo de funcionamiento así: circuito de activación, circuito intermedio, circuito ORC, condensador y sistema eléctrico y de control. El proceso inicia en el circuito de activación en donde el fluido de producción ingresa a la unidad para realizar el intercambio de calor inicial e iniciar el proceso de transferencia de calor hacia el circuito intermedio y el circuito ORC. En la **Figura 2-128** y **Figura 2-129** se presenta la vista general de los sistemas principales de la unidad de flujo cerrado y el esquema del circuito de activación e intermedio. El detalle del flujo de proceso se presenta, en el **Anexo 16 Diseños-Optimización Poder Calórico, Documento: Diagrama de proceso e instrumentación.**

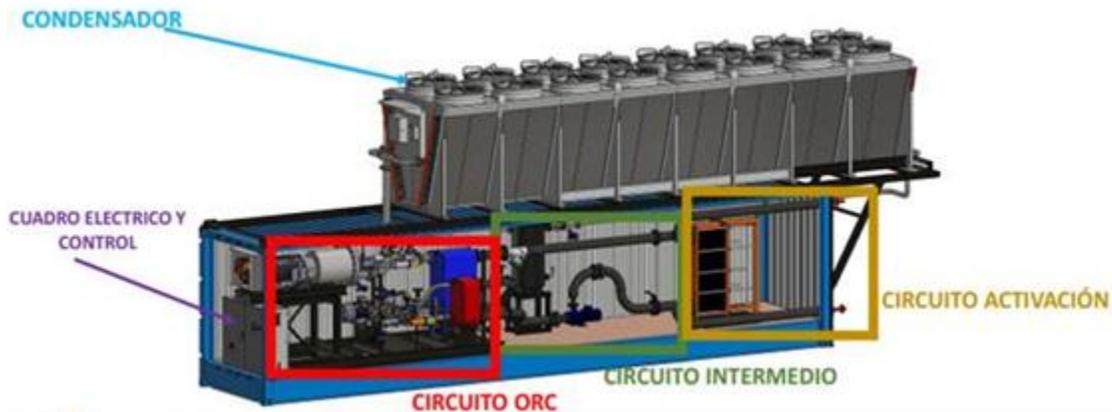


Figura 2-128 Vista general del equipo de flujo Cerrado

Fuente: PAREX, 2023

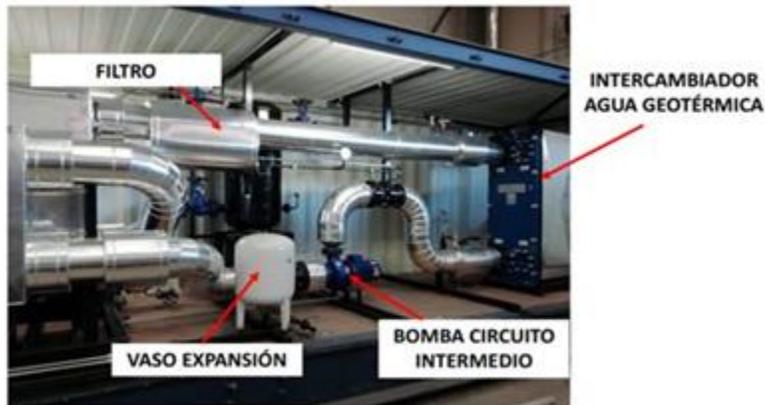
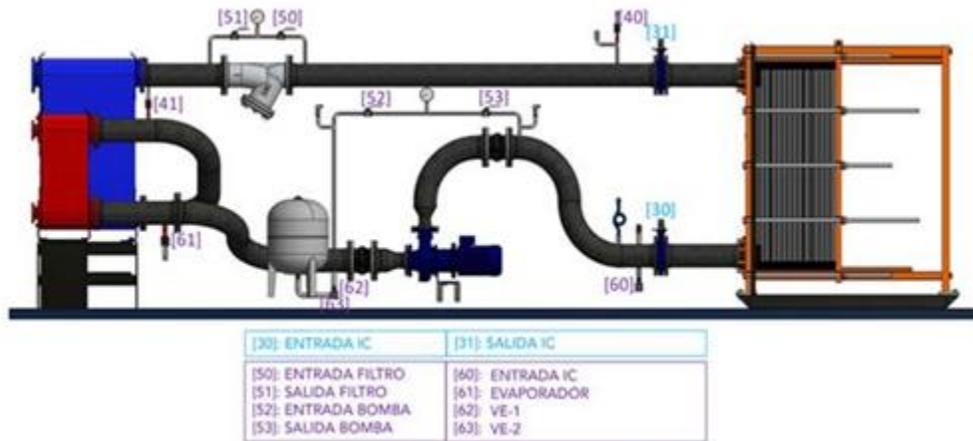


Figura 2-129 Circuito de Activación e Intermedio

Fuente: PAREX, 2023

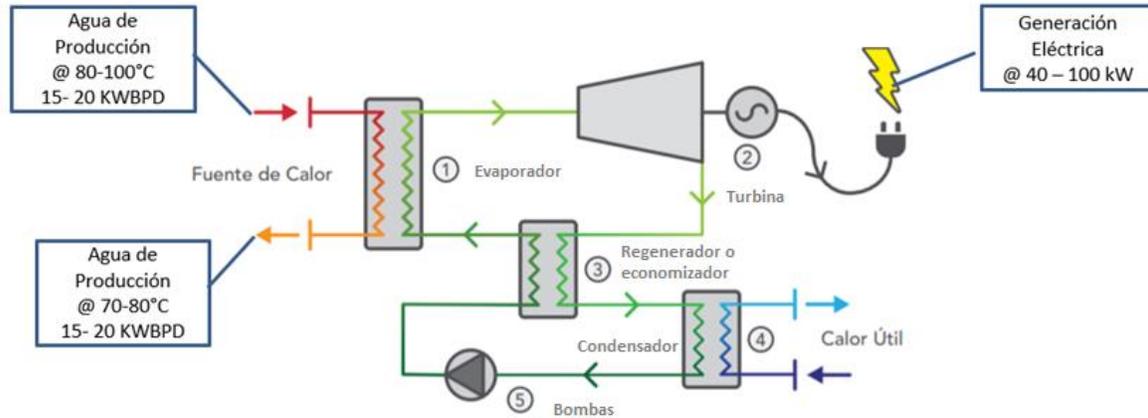


Figura 2-130 Esquema general Ciclo Rankine Orgánico-Proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción

Fuente: PAREX, 2023

En la **Figura 2-131** y **Figura 2-132** se presenta la Unidad de flujo cerrado, del proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción. Igualmente, en la **Tabla 2-118** se relacionan los principales equipos y demás componentes de la unidad de flujo cerrado.

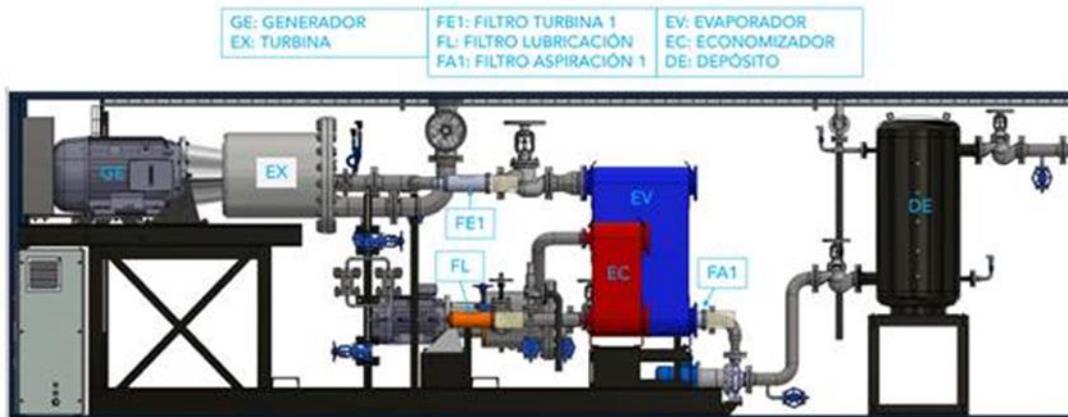


Figura 2-131 Partes de la Unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción

Fuente: PAREX, 2023



Figura 2-132 Unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción

Fuente: PAREX, 2023

Tabla 2-118 Equipos de la unidad de flujo cerrado- Proceso de Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción

EQUIPO	CANTIDAD	FLUIDO	PRESIÓN OPE. PSI	TEMP. OPE. °F	CAPACIDAD	FUNCIÓN
Intercambiador de placas	1	Agua de Producción	70	195	2000 KW	Intercambio de calor con el agua intermedia
Sistema de bombeo (Conjunto de Motobombas)	-	Agua Osmotizada	36	195	130 M3/hora	Mover el agua intermedia desde el intercambiador de placas al evaporador.
Evaporador (intercambiador de calor)	1	Vapor (Refrigerante)	319	190	188 l	Realizar el intercambio de calor entre el agua intermedia y el fluido de trabajo. El fluido de trabajo se evapora a partir de la fuente de calor (en forma de agua o aceite térmico).
Turbina	1	Vapor (Refrigerante)	319	200	100 Kwe	Transformar de la energía cinética (Vapor de fluido de trabajo) en energía eléctrica. Genera una potencia mecánica que, a través de un generador eléctrico estándar, va a producir electricidad. Mediante la expansión del vapor a alta presión, se genera electricidad. La potencia eléctrica real generada

EQUIPO	CANTIDAD	FLUIDO	PRESIÓN OPE. PSI	TEMP. OPE. °F	CAPACIDAD	FUNCIÓN
						dependerá de las condiciones reales de la fuente de calor (agua geotérmica) que activa la turbina y de la temperatura ambiente a la que disipa la turbina, Potencia neta Gross 110kWe @480V AC 141 Amperios 60 H.
Economizador o Regenerador (intercambiador de placas)	1	Vapor (Refrigerante)	319	190	58 l	Realizar intercambio entre el fluido de trabajo a la salida de la turbina con el fluido de trabajo a la entrada del evaporador, permitiendo aumentar la eficiencia del sistema, aprovechando el calor presente en el vapor de baja presión a la salida de la turbina.
Aeroenfriador o condensador	1	Refrigerante + Lubricante	90	68/104	Duty 1400 Kw	Se produce calor útil (en forma de agua), mediante la condensación del fluido de trabajo.
Bomba motor principal	1	Refrigerante + Lubricante	319	200	40 m ³ /hora	Mover el fluido de trabajo desde el depósito hacia el evaporador y economizador.
Bomba motor Secundaria	1	Refrigerante + Lubricante	123	112	30 m ³ /hora	Mover el fluido de trabajo hacia el aeroenfriador o condensador.
Equipos auxiliares						
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conjunto expansor-generador ✓ Sistemas de filtrado internos ✓ Sistema de lubricación <ul style="list-style-type: none"> ✓ Depósito interno ✓ Elementos de seguridad ✓ Cuadro eléctrico general ✓ Elementos de medición 				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuberías de acero con bridas y aisladas ✓ Canalizaciones y conexiones eléctricas ✓ Rejillas de ventilación ✓ Cajón de herramientas para mantenimiento ✓ Elementos auxiliares del circuito intermedio 		

Fuente: PAREX, 2023.

Entre las principales aplicaciones de los equipos de flujo cerrado (Fabricados por Rank®), destacan la recuperación de calor residual y el aprovechamiento de fuentes de calor renovables. Por otro lado, las máquinas ORC Rank® utilizan fluidos no tóxicos y no inflamables con valores bajos de potencial de calentamiento global (GWP) y cero potenciales de agotamiento de ozono (ODP). Los productos ORC Rank® utilizan componentes de alta calidad y presentan una alta eficiencia incluso a cargas parciales, lo que aumenta la producción de energía y las horas totales de operación, Los equipos Rank® tienen conexiones plug-and-play para una fácil instalación, así como una interfaz de usuario fácil de usar para una fácil operación y conexión remota, con un sistema de control que garantiza la máxima eficiencia.

Es preciso mencionar que el ciclo de Rankine Orgánico (ORC), permiten la generación de energía eléctrica, utilizando el calor residual de los procesos industriales, que causan reacciones exotérmicas sobre fluidos contenidos en un flujo cerrado, sin realizar procesos adicionales de combustión, por tanto, la generación de energía en esta unidad no genera emisiones de CO₂.

Los equipos ORC, no libera en ningún caso ningún tipo de gas a la atmosfera, al no existir procesos de combustión y trabajar con un circuito hidráulico totalmente cerrado y aislado del exterior. El fluido orgánico utilizado queda confinado en el circuito, sin producirse además ningún tipo de fuga, ni vertimientos en el proceso de funcionamiento normal; dado que los equipos (LT3) de la tecnología Rank, cuentan con componentes herméticos que eliminan fugas del fluido de trabajo, siendo más respetuosos con el medio ambiente y reduciendo costes de mantenimiento y tiempo de parada.

Así mismo, el equipo de flujo cerrado se encuentra cabinado y acoplado dentro de un contenedor el cual permite aislar el ruido producido hacia el exterior. Durante la operación del equipo se minimiza el impacto auditivo, dado que el único elemento rotativo del equipo es la turbina generadora, que no realiza procesos de combustión interna que involucren adicionalmente procesos de fricción entre elementos o entre partes metálicas. Ver **Anexo 16 Diseños-Optimización Poder Calórico, Documento: Certificación por el fabricante Rank®**, Igualmente, la ficha técnica de la unidad se presenta en el **Anexo 16 Diseños- Optimización Poder Calórico, Documentos: Ficha Técnica Equipo LT3 y Ficha Técnica-Data Sheet**.

Cabe resaltar que, considerando que agua de producción saldría en promedio a temperatura entre los 70 y 80 °C; mediante este sistema se estaría ganado un poder calórico, con él se llegaría a generar hasta 100 KW efectivos de energía limpia, correspondientes al 5% de la energía necesaria para el funcionamiento del campo.

2.2.3.10.6 Líneas eléctricas

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción y operación de hasta 300 Km de líneas de transmisión eléctrica de alta, media baja tensión al interior del área de influencia del proyecto para conectar las plataformas multipozo, facilidades de producción, granja solar fotovoltaica, conexión al sistema nacional y/o cualquier otra estrategia de desarrollo solicitada que lo requiera.

2.2.3.10.6.1 Alternativas de ubicación, trazado y posibles accesos

Se tiene previsto que a partir de la generación centralizada en las facilidades de producción, granja solar y demás, se alimenten los motores de las bombas, iluminación zonal y zonas industriales mediante el suministro de energía a niveles de voltaje estándares que van desde 110 voltios hasta 34,5 kV a través de redes eléctricas de alta, media y baja tensión (los valores de generación usados comúnmente son 480, 13,200 o 34500 Voltios) con longitudes que variarán de acuerdo a la ubicación final de los pozos y las facilidades de producción. Las líneas de tendido eléctrico podrán ser aéreas o enterradas, paralelas a las vías de acceso (existentes y/o construir) o a campo traviesa minimizando intervención y/o daños al entorno, y por los costados de las vías de acceso para cada plataforma multipozo y/o facilidades de producción. Cabe resaltar que para las líneas de tendido eléctrico se establece un derecho de vía (DDV) de máximo de 15 metros y se construirán teniendo en cuenta los criterios de zonificación de manejo ambiental del proyecto y las especificaciones técnicas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y demás normatividad aplicable. En la **Tabla 2-119** se presentan las longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar.

Tabla 2-119, Longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar

LÍNEA ELÉCTRICA	LONGITUD MÁXIMA DE CADA LÍNEA (Km)	PROPUESTAS PARA SU UBICACIÓN	DERECHO DE VÍA MÁXIMO (m)
Líneas eléctricas para conectar plataformas nuevas, cuatro multipozo, facilidades centrales de producción, subestaciones eléctricas ubicadas en las facilidades de producción centrales y/o locaciones y/o granja solar, entre otras.	Se solicita construcción y operación de hasta 300 Km de líneas de transmisión eléctrica de alta, media baja tensión al interior del área de influencia del proyecto para conectar las plataformas multipozo, facilidades de producción, granja solar fotovoltaica, conexión al sistema nacional y/o cualquier otra estrategia de desarrollo solicitada que lo requiera	Se ubicarán paralelos al DDV de las vías existentes, proyectada y campo travieso (De acuerdo con los resultados de zonificación ambiental y de manejo ambiental),	Hasta 15 metros

Fuente: PAREX, 2023.

En el diseño de los trazados de las líneas eléctricas, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y criterios; sin embargo, los trazados definitivos para las redes eléctricas se presentarán en los Planes de Manejo Específicos y de acuerdo con los criterios establecidos en el **Capítulo 6, Zonificación de Manejo Ambiental:**

- ✓ La ruta de la línea debe ser, en general, lo más recta y de fácil acceso posible para su construcción, inspección y reparación.
- ✓ Las desviaciones en la ruta se aplicarán únicamente para evitar el cruce sobre construcciones existentes o proyectadas, por terrenos inaccesibles como: Depresiones profundas, pantanos, bosques, fallas geológicas y problemas por servidumbre.

- ✓ Las líneas deben ser proyectadas preferiblemente de forma paralela a las vías (existentes y/o construir), a una distancia de acuerdo con las normas al respecto, con el fin de prevenir daños por accidentes de tránsito. No obstante, por razones de viabilidad constructiva y evitando mayores intervenciones y disminuciones en longitudes, se harán líneas a campo traviesa donde sea necesario, sin detrimento en el cumplimiento de las normas respectivas.
- ✓ Se deben respetar las distancias mínimas de acercamiento, de acuerdo con lo descrito en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), en lo que aplique a: Estructuras, obstáculos, viviendas, cruces, etc., que se puedan encontrar en el recorrido de la línea.
- ✓ Los alineamientos en el trazado de la línea deben ser lo más rectos posible evitándose los ángulos, particularmente los ángulos acentuados que necesitan de estructuras especiales, Los vértices del trazado por ser puntos obligados de localización de estructuras deben ser estudiados cuidadosamente y siempre que sea posible se deben ubicar en puntos elevados del perfil, nunca en depresiones acentuadas.
- ✓ Durante el desarrollo de la topografía, se deben demarcar y abscisa exactamente los linderos de las distintas propiedades por donde cruza la línea, anotar el nombre de cada uno de los propietarios, tipo de cultivo y longitud del trazado que cruza la propiedad, para poder determinar correctamente las servidumbres, tener en cuenta las restricciones ambientales o reglamentarias para la infraestructura eléctrica.
- ✓ En el proceso de plantillado se deberá determinar la curva que adquiere el conductor eléctrico al ser soportado por sus extremos, y la determinación de la ubicación de estructuras a partir de su conformación, la verificación del cumplimiento de las distancias mínimas y de seguridad a tierra y la selección y condiciones de utilización que tendrán las estructuras de apoyo. Para lo cual debe tenerse en cuenta: Curva a temperatura máxima y mínima, curva de distancia a tierra, curva de ubicación de apoyos y todo lo relacionado con el cálculo mecánico.
- ✓ La cimentación de los postes dependerá del tipo de terreno. En terrenos con alto nivel freático debe considerarse en aplicar concreto reforzado para lo cual deberá diseñarse la cimentación de acuerdo con las características del terreno para garantizar la estabilidad de la red eléctrica.
- ✓ Utilizar en la medida de lo posible, la servidumbre de las vías (existentes y proyectadas), teniendo en cuenta que son franjas previamente intervenidas, que se encuentran sobre zonas planas con cobertura de pastos.
- ✓ En los puntos de cruce con los cuerpos de agua, cobertura de bosque de galería se buscarán las zonas donde se requiera menor intervención.
- ✓ Dependiendo de las condiciones de cada punto de cruce de cuerpos de agua con bosque de galería, se definirá el manejo en bosque con torrecillas de 23 m de altura, o postes de 14 m, que pueden estar sobre estructuras en H, con poda o tala de árboles en el corredor de 5 m y manteniendo una distancia desde la copa de los árboles hasta los cables de mínimo 1 metro.
- ✓ En caso de cruce con otras líneas eléctricas se tomará la altura en el cruce y la dirección de esta.

2.2.3.10.6.2 Especificaciones técnicas

Las líneas de transmisión eléctrica se usarán para la distribución y/o transmisión de energía con el objetivo de interconectar toda la infraestructura del proyecto. Estas líneas podrán ser construidas ya sean aéreas o enterradas.

Las redes de transmisión para el proyecto operarán a un nivel de media o baja tensión según las características de las cargas a alimentar y los criterios de construcción se basarán según lo establece el estándar *para la construcción de líneas de media tensión aéreas, el estándar para la construcción de líneas de media tensión subterráneas*, y demás normatividad vigente aplicable en el tema. En la **Tabla 2-120**, se presenta las especificaciones técnicas generales para el tendido eléctrico del proyecto.

Tabla 2-120 Especificaciones técnicas líneas eléctricas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	
Tensión	Normalizadas como alta, media y baja tensión según RETIE
Longitud del Trazado	Hasta 300 Km para el proyecto
Derecho de Vía	Ancho de DDV de hasta 15 m
Tipo de Cable	Cables de cobre o ASCR desnudos o aislados según la necesidad los cuales son certificados bajo RETIE Fibra Óptica (opcional)
Sub-Estaciones	Transformadores según potencia de las cargas
Material	Cobre o ASCR
Exposición	Aérea suspendida en poste concreto o torrecillas Directamente Enterrada
Cruces Especiales	Aéreos Dirigidos A cielo Abierto Nota: La elección del tipo de cruce dependerá del trazado de la línea que sea proyectada.
Prueba Aislamiento	Pruebas HiPot o VLF a cables Prueba de resistencia de aislamiento y continuidad de Cables Resistencia de aislamiento a transformadores Prueba de rigidez dieléctrica de transformadores Resistencia de puesta a tierra en subestaciones

Fuente: PAREX, 2023.

Las redes iniciarán en los pórticos de máximo 34,5 kV de las subestaciones de generación o de interconexión hacia las locaciones, facilidades de producción y/o cualquier otra infraestructura que lo requiera, partiendo del nivel de tensión según la fuente disponible que puede ser desde 230 KV, 115 K.

Los circuitos serán controlados mediante interruptores ubicados en el Switchgear diseñados de acuerdo con los niveles de tensión y demás factores que garanticen la operatividad segura.

El levantamiento topográfico, será la base para el trazado de la ruta de las redes de media y baja tensión de máximo 34,5 kV, el cual se presentará en los respectivos planes de manejo ambiental.

Igualmente, se realizará el cálculo de cada uno de los ramales, junto con la estructura más conveniente para el conductor y la topografía del terreno, esto dependerá de la ubicación definitiva de cada plataforma que resulte productora. También se tendrá en cuenta los cruces en vías.

En los diseños se realizará comprobación de la regulación de voltaje, en los diferentes puntos del sistema, verificando que no se sobrepase los límites permitidos, además de especificaciones de los equipos y materiales requeridos; así como también las obras civiles necesarias para completar el diseño de las redes eléctricas.

Se deberán instalar los postes y cables manteniendo la distancia de seguridad mínima entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con el objeto de evitar contactos accidentales, según lo establecido en el RETIE y la normatividad vigente en el tema.

Se debe verificar el replanteo de la línea, el plantillado y los cruces para garantizar que se cumplen las siguientes distancias mínimas a tierra u otros objetos, como se presenta en la **Tabla 2-121** Las distancias verticales y horizontales de seguridad deberán ser medidas de superficie a superficie y todos los espacios deberán ser medidos de centro a centro. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea. Las bases metálicas de los terminales del cable y los dispositivos similares deberán ser considerados como parte de la estructura de soporte.

Tabla 2-121. Distancias de seguridad en instalaciones eléctricas

DESCRIPCIÓN DEL CRUCE	DISTANCIA MÍNIMA (m)
Distancia mínima al suelo en cruces con carreteras, calles, zonas peatonales, corredores sujetos a tráfico vehicular.	5,6
Distancia mínima al suelo desde líneas que recorren carreteras y calles.	5,6
Distancia mínima al suelo en bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc, siempre que se respeten las zonas de servidumbre en lo que se refiere a la altura máxima de la copa de los arbustos o huertos.	5,6
Cruce con líneas de energía (la línea de menor tensión debe estar a menor altura),	1,3
Distancia vertical en cruces con ríos no navegables.	5,6

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, RETIE

2.2.3.10.6.3 Métodos constructivos

La distribución de energía eléctrica se realizará mediante líneas eléctricas aéreas y/o enterradas con un máximo 34,5 kV, que partirán de la subestación eléctrica ubicada en las facilidades centrales de producción. De acuerdo lo anterior, los criterios para construcción las líneas de transmisión eléctrica se basarán según lo establece el estándar *para la construcción de líneas de media tensión aéreas, el estándar para la construcción de líneas de media tensión subterráneas*; donde se podrán detallar aspectos como el tipo de conductores a utilizar, estructuras de suspensión, retención y final de circuito, subestaciones de transformación de entrada y salida, protecciones, tipo de cables a usar, tipo, detalles de canalización, señalización y distancias de seguridad, entre otros. A continuación, se describen las obras proyectadas a desarrollar para la instalación aérea y/o subterránea de las líneas de transmisión eléctrica Ver el **Anexo 16. Diseños- Líneas Eléctricas**, Documentos **“COL-FAC-G-EP-008A Estándar para la construcción de líneas de media tensión aéreas”** y **“COL-FAC-G-EP-008 Estándar para la construcción de líneas de media tensión subterráneas”**.

2.2.3.10.6.3.1 Actividades generales

➤ **Localización, trazado y replanteo**

✓ Replanteo

Actividad que se lleva a cabo antes del inicio de cualquier tarea o labor de construcción del proyecto (para el caso, de la infraestructura eléctrica). Se desarrollan actividades de topografía concernientes a validar la información de los planos de diseño, detectar posibles inconsistencias y alertar sobre la necesidad de corregir falencias encontradas y plantear mejoras para el proyecto que conlleven a las buenas prácticas de la ingeniería. Las inconsistencias reportadas se relacionan con el cumplimiento de distancias de seguridad a lo largo de la línea, estabilidad en los sitios de ubicación de los apoyos (torres o postes), longitud de vanos, cotas de apoyos, etc.

En este replanteo se identifican detalladamente los cruces con líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, vías, líneas de flujo y/o transferencia, etc, y en general toda la información requerida para realizar el montaje en las condiciones mecánicas, estructurales y eléctricas apropiadas.

✓ Apertura y adecuación del derecho de vía –DDV-

Involucra las actividades de remoción de cobertura vegetal a lo largo del corredor de la línea, con un ancho que depende del nivel de tensión de la línea. Se hace de manera manual y/o asistida (con equipos electromecánicos) desbrozando tanto las áreas boscosas como aquellas que no lo son, tala de aquellos individuos autorizados; en los sitios de ubicación de apoyos: remoción de tocones, desraíces, limpieza de zonas cubiertas de pastos y remoción de la capa orgánica de suelo.

➤ **Tendido e izaje de líneas y postes**

La fase de tendido se inicia en el momento que se encuentren debidamente izados los apoyos en los tramos a tender y en los cuales deben haberse desarrollado las labores de despeje de servidumbre (la franja de servidumbre sirve como calle de tendido). El acercamiento de los postes se realizará con grúa, donde exista acceso, de lo contrario se realizará manualmente. El tendido y tensionado de los cables se realiza mediante polea y el izado de los postes se efectúa de manera similar, también mediante poleas.

Se minimizará la afectación de vegetación aledaña a los cuerpos hídricos cruzados, de tal manera que se evite la desprotección de los suelos y el arrastre de sedimentos. Antes de realizar cualquier cruce de infraestructura, se realizará un registro de la situación actual y al final de la obra donde se verificarán las condiciones de dicho sector, para definir las labores de recuperación.

Los cruces con otros sistemas eléctricos cumplirán con la normatividad del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) y el National Electrical Safety Code (NESC), Una vez colocado el poste en el ahoyado, se procede a rellenar el hueco con rocas y el material de excavación y finalmente se le coloca un anillo en concreto a la base.

➤ **Puesta a tierra de las estructuras de la línea**

Para la puesta a tierra de las estructuras ya sean de suspensión o retención para la línea de distribución, el cable de guarda irá conectado a los electrodos dispersores por medio de un bajante del mismo calibre del cable de guarda, el cual será tendido por dentro del tubo conduit de cada poste, para evitar su deterioro y posibles actos vandálicos, este será conectado mediante soldadura exotérmica a un cable desnudo de cobre No, 2/0, El electrodo deberá tener una longitud mínima de 2,44 m y un diámetro mínimo de 5/8" e instalado en el fondo de la excavación o en la parte más baja del terreno fuera del terraplén para la cimentación de cada apoyo, de tal manera que el extremo superior quede a diez (10) cm por encima del fondo de la excavación.

El bajante de cable de acero de 1/4" del cable de guarda deberá quedar unido al cable de cobre 2/0 de 19 hilos de la malla de tierra con soldadura exotérmica, garantizando una buena conexión. Las uniones o contactos entre dos metales diferentes deberán hacerse con soldadura exotérmica para mejorar el contacto y prevenir la sulfatación de los conductores. En ningún caso las resistencias de contacto excederán el valor de 0,25 microOhmios. Los electrodos serán suministrados por la supervisión técnica del proyecto.

La fabricación de la malla de la estructura será de acuerdo con los planos aprobados para construcción y con base en las indicaciones del representante autorizado por PAREX. La resistencia de puesta a tierra de cada apoyo deberá estar comprendida entre valores de 5 a 10 Ohmios dependiendo de la calidad del terreno, La resistencia de la puesta a tierra de cada apoyo debe ser medida con equipos propios o de terceros, una vez haya sido montado, en período de verano o cuando el terreno esté seco y con los cables de guarda desconectados, o con medidores especiales que eviten su desconexión.

➤ **Despeje del área de trabajo**

Los carretes de cable solamente podrán ser rodados en la dirección indicada por el fabricante en el carrete y no se permitirá pasar cable de un carrete a otro sin la aprobación de la interventoría del proyecto.

Las operaciones de tensionado de los cables deberán ser hechas en tal forma que en ningún momento las estructuras de suspensión puedan estar sujetos a cargas longitudinales, ni los apoyos de retención sujetos a la torsión resultante de fuerzas longitudinales. Los ángulos verticales que formen los cables de tiro en las poleas deberán ser del mínimo valor posible dentro de límites prácticos, para evitar así cargas verticales excesivas en las estructuras.

Los linieros se ubican en las estructuras, para luego proceder a levantar el cable de línea (o cable mensajero de acuerdo con el método usado). Estos deben contar con sus respectivos equipos de comunicación.

Para el tensionado del cable se permitirá una tolerancia en la flecha de más o menos 7,5 cm por cada 100 metros de vano, siempre que en el mismo vano todos los conductores tengan la misma flecha, se obtenga la distancia al suelo necesaria y que la tensión del conductor en los varios vanos sucesivos sea equilibrada a 28 grados centígrados, cuando el cable sea definitivamente fijado.

Se verificará las flechas en todos los vanos que crucen carreteras y otras instalaciones u obstáculos y por lo menos en dos (2) de los vanos comprendidos entre retenciones. Debido a la altura de las cargas que se transportan por las carreteras es necesario dejar el gálibo indicado.

Se debe garantizar que, en todas las estructuras, en especial las de retención, se cumpla con las distancias mínimas de seguridad entre los cables conductores y las partes metálicas conectadas a tierra. Las distancias mínimas deberán estar de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI C2 (National Electrical Safety Code) Última edición.

Después de la calibración de los conductores se procede al amarre con grapas de suspensión en las estructuras de apoyo o paso. Para la instalación de puentes y conectores pernados se deberá seguir los procedimientos recomendados por los fabricantes, los cuales por lo menos deberán incluir la utilización de crema para contactos (molicote) y el apriete uniforme y torqueo de los pernos y tornillos. Se le informará al personal y se mantendrá en el sitio de trabajo un cuadro con los valores recomendados de torque para cada tipo de tornillo. No se aceptarán conexiones que no cumplan este procedimiento.

Los puentes del conductor y cable de guarda necesarios en las estructuras de retención serán hechos sin cortar el cable siempre que ello sea posible. En los conductores se tomarán medidas de longitud para asegurar una forma correcta del puente, que conserve una distancia eléctrica adecuada a cualquier parte de la estructura. En los puentes, cuando el conductor haya sido cortado, las puntas deberán traslaparse entre 50 y 70 cm, y los conductores serán unidos con dos grapas bifilares una en cada extremo.

➤ **Almacenamiento de Materiales**

Los sitios seleccionados como centros de acopio de materiales para la construcción de la línea eléctrica serán ubicados en cercanías al área del proyecto en función de la accesibilidad del derecho de vía a cada uno de los tramos. El número y localización final de los centros de acopio serán definidos por el Contratista; en todo caso, en el Plan de Manejo se establecen las condiciones ambientales mínimas para la selección de estos sitios.

El almacenamiento de los postes utilizados para la construcción de la línea eléctrica debe realizarse en lugares que no obstruyan el paso de personas ni de vehículos, además que no afecten el entorno. No se tiene prevista la instalación de campamentos para alojamiento de personal; para ello, se usará la infraestructura social del área (Hoteles, viviendas) en sitios estratégicos, las que podrán fungir además como oficinas y centro de acopio.

2.2.3.10.6.3.2 Líneas eléctricas subterráneas

➤ **Canalizaciones**

- ✓ Banconductos

Los ductos serán en tubería de uso eléctrico tipo PVC DB (Norma NTC 1630), TDP (Norma NTC 3363), IMC o RMC; deben estar en perfecto estado a simple vista, no presentar perforaciones, fisuras, desintegración en escamas, deformaciones en el sentido del eje del

ducto (curvatura), deformaciones en el sentido diametral del ducto (disminución del diámetro), líneas de falla de color claro o blancuzco, signos de mal trato, etc.

El diámetro de la tubería recomendado a emplear será mínimo de 3" para redes de baja tensión, y Mínimo de 4" para redes de media tensión, pero dependerá en todos los casos del número de cables por ducto y su calibre. El área libre del ducto no será inferior en ningún caso al 60% del área total útil. En la **Tabla 2-122**, se presenta las especificaciones para las dimensiones de ducto recomendados según el nivel de tensión.

Tabla 2-122 Dimensiones del ducto recomendados según el nivel de tensión

TENSIÓN FASE	DIÁMETRO DEL DUCTO
0-600	Mínimo \varnothing 88 mm (3")
601 -34500	\varnothing 150 mm (6")- 1 circuito trifásico por cada ducto
34501-57500	\varnothing 100 mm (4")- 1 hilo por cada ducto

Fuente: PAREX, 2023.

✓ Cables enterrados

Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso, Los cables de más de 8000 V deben ser blindados. Algunas referencias y características de este cable, puede ser el tipo MV-105 or MC-HL, EPR, 105°C, cable tray use, Sunlight resistant, direct burial, marca Okonite, General cable u homologa.

✓ Zanjas

Una vez excavada, compactada y nivelada la zanja se procederá a la construcción de una base en arena de un espesor mínimo de 0,05 m, con el fin de asentar los ductos o cable en toda su longitud, Si se encuentran bancoductos sobre el mismo recorrido de la tubería o cable a instalar, esta deberá conservar una distancia de separación entre ductos no menor de 0,05 m. El ancho promedio de la zanja será como mínimo dos veces y medio el diámetro de los ductos a instalar.

Una vez instalados los ductos, las zanjas serán rellenadas y compactadas acorde con su situación (calzada, andén, zona verde). Cuando el banco ducto se cruce con otras canalizaciones existentes, deberá en lo posible realizarse por debajo del existente a una distancia mayor de 10 cm.

✓ Profundidades de los ductos

Las profundidades mínimas de los ductos serán acorde con lo establecido en el artículo 25,7,2 conductores subterráneos de la resolución 90708, RETIE, agosto 30 de 2013, En la **Tabla 2-123**, se presentan las especificaciones de profundidades mínimas para el enterramiento de las redes eléctricas,

Por otro lado, en cuanto a líneas de gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc, deberá tenerse una distancia no menor de 0,20 m, a partir del borde externo del ducto. Si tal distancia no puede ser mantenida, deberá separarse en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos resistentes al fuego y al arco eléctrico de por lo menos 0,05 m, de espesor.

Cuando la canalización se efectuó en cruce sobre vías vehiculares, se deberá instalar el ducto en concreto con una resistencia no menor a 3000 psi y con un espesor sobre el ducto no menor a 0,10m para tensiones menores o iguales a 34,5 kV, Para tensiones superiores a 34,5 kV, la profundidad mínima exigida será de 1,00 m, para la cual no será necesario instalar concreto.

Tabla 2-123 Profundidades mínimas de enterramiento de las redes eléctricas

TENSIÓN FASE	PROFUNDIDAD DUCTO (m)	PROFUNDIDAD CONDUCTOR ENTERRAMIENTO DIRECTO (m)
Alumbrado público	0,50	0,50
0-600	0,60	0,60
601 -34500	0,75	0,95
34501-57500	1	1,20

Fuente: Resolución 90708, RETIE, agosto 30 de 2013

✓ Señalización

Con el objetivo de servir de aviso a cualquier persona que efectúe excavaciones sobre la existencia de canalizaciones eléctricas, se tenderá una cinta o banda plástica, a lo largo de la misma entre veinticinco (25) cm y treinta (30) cm por encima del (los) borde(s) superior del ducto o cable más cercano al nivel de piso acabado. Para mayor seguridad se puede instalar una segunda fila de cinta de señalización a una profundidad de 25 a 30 cm del nivel del piso acabado.

La cinta debe ser de color rojo, con letras y símbolo en color negro con las frases de "PELIGRO ALTA TENSIÓN", "PRECAUCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS" o "PELIGRO". Con ello se pretende evitar accidentes por perforación de ductos o cables, sobre todo en aquellos casos en que se emplee equipo mecanizado para excavaciones. Dentro de las locaciones se recomienda realizar apiques para identificar en los primeros 30 cm la existencia de ductos eléctricos antes de iniciar trabajos con maquinaria.



Fotografía 2-18 Instalación de cintas de señalización líneas eléctricas subterráneas

Fuente: PAREX, 2023

✓ Relleno

No se debe rellenar una zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escombros, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, donde esos materiales puedan afectar a cables, canalizaciones u otras subestructuras o puedan impedir una buena compactación del relleno o contribuir a la corrosión de dichos cables, canalizaciones o subestructuras.

Cuando sea necesario para evitar daños físicos al cable o canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, con tabloncillos, cubiertas u otros medios adecuados y aprobados.

➤ **Empalmes**

Los empalmes para usar deben ser aptos para ser sumergidos y termo-contráctiles en caliente tipo HVSA 3 de Tyco u homólogos. Estos empalmes a pesar de ser aptos para ser enterrados directamente y sumergidos se deben dejar a una altura mínima de (30) cm sobre el nivel del terreno con el fin de evitar que queden sumergidos por alto nivel freático de los terrenos donde se instalen. Estos empalmes deben ir protegidos por cajas que impidan el acceso a personal no calificado o el contacto directo con agentes externos que puedan dañar la integridad de los empalmes o cable, Los empalmes se harán de tal manera que quede un bucle de reserva para futuras reparaciones.

✓ Cajas de empalme

Las cajas de empalme deberán ir enterradas a 20 cm bajo el nivel del terreno. Estas deberán ser instaladas de tal manera que cubran en su totalidad el empalme y manteniendo un área libre de trabajo de (2) metros de largo, por 1 metro de ancho y (1) metro de profundo. Esta caja deberá tener una tapa la cual debe contar con un método de confinamiento que impida su acceso a personal no calificado.

El terreno deberá estar correctamente compactado y con el relleno apropiado de tal manera que se garantice la estabilidad de cada caja. Las tapas deberán ser construidas de tal manera que el marco quede por fuera de los bordes de las cajas, para evitar el ingreso de agua lluvia. También deberán tener un método de agarre en sus extremos para su manipulación y una ventana de inspección de dimensiones 30 x 30 cm con facilidad de bloqueo a personal no calificado ni autorizado. Las cajas se deben identificar con su respectivo número de empalme para así facilitar la identificación en planos, En la **Fotografía 2-19**, se muestra una caja tipo de empalme de MT en concreto.



Fotografía 2-19 Cajas de empalme de MT concreto

Fuente: PAREX, 2023

➤ **Malla a tierra**

La malla a tierra debe estar por debajo de los valores establecidos en los estándares de la RETIE y contar con un diseño donde se calculen las tensiones de paso, contacto y transferidas, para asegurar que no se exponga a las personas a tensiones por encima del umbral de soportabilidad. En la **Tabla 2-124**, se presentan los valores de referencia para resistencia de puesta en tierra, de acuerdo con su uso o aplicación.

Tabla 2-124 Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA EN TIERRA (Ω)
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1
Subestaciones de media tensión	10
Protección contra rayos	10
Punto neutro de acometida de baja tensión	25
Redes para equipos electrónicos sensibles	10

Fuente: PAREX, 2023.

➤ **Apantallamiento Líneas de media tensión**

Al instalar un cable blindado, el blindaje metálico debe ser sólidamente conectado a tierra, Cuando los conductores están protegidos individualmente, cada uno debe tener su blindaje a tierra y el blindaje de cada conductor debe realizarse a través de cada conjunto para asegurar la continuidad del blindaje de un extremo del cable a la otra.

Para longitudes largas, las cubiertas metálicas de cables deben estar conectadas a tierra para proporcionar condiciones de funcionamiento y de seguridad satisfactorias. Como el método de puesta a tierra puede afectar la capacidad de carga actual se consideran las siguientes premisas:

- ✓ Pantallas de metal unidas o conectadas a tierra en más de un punto hacen circular unas corrientes que fluyen en ellas, cuya magnitud depende de la inductancia mutua con los demás conductores, la corriente en estos conductores, y la resistencia de las pantallas.

- ✓ Esta corriente circulante no depende en la longitud de los cables ni el número de empalmes, El único efecto de esta corriente circulante es para calentar la pantalla resultando en un efecto de reducción de la capacidad de carga de corriente del cable.
- ✓ Los escudos unidos a tierra en un solo punto tendrán una tensión acumulada a lo largo del escudo, La magnitud depende de la inductancia mutua a otros cables, la corriente en todos los conductores, y la distancia al punto de tierra. Esta tensión puede causar una condición insegura para el personal, El potencial de seguridad habitual es de aproximadamente 25 voltios para cables que tienen cubierta no metálica sobre el escudo.

➤ **Pórticos**

Los pórticos se denominarán a las estructuras que sostendrán los equipos de protección, corte, seccionamiento, derivación, etc, de la subestación eléctrica. Los pórticos se clasificarán en 2 tipos:

- ✓ Pórtico de salida: Corresponde al pórtico donde se estima, se centrará la generación para ser transmitida a las demás locaciones e infraestructura. En la **Tabla 2-125** se presenta los elementos y materiales de un pórtico de salida tipo y en la **Figura 2-133** se presenta el esquema tipo de un pórtico de salida.

Tabla 2-125 Elementos y materiales de un pórtico de salida

MATERIAL	CANTIDAD (Unidad)
Postes de concreto de 14 m de 1050 kg	2
Seccionadores sin cuchilla de puesta en tierra	**
Seccionadores monopolar	**
Reconector	**
Aislador de suspensión ansi 52-1	18
Grapa de retención cable 4/0 ASCR	6
Conector tipo cuña para cable 4/0	9
Collarín de doble salida	14
Esparrago de 5/8" con tuercas y arandelas	16
Tornillo tipo carriage de 5/8" de 2"	18
Diagonales en v tipo 1	4
Tuerca de ojo alargado	6
Cable 4/0 ASCR	16
Cable 2/0 ASCR	24
Cable de cobre 2/0 desnudo	0
Cable de cobre 2 desnudo	0
Terminal de ponchar	6
Cruceta Metálica de 4500 mm	6
Cruceta Metálica de 2400 mm	4
DPS oxido metálico 12kV, 10kA	6
**Las cantidades dependen del número de circuitos a alimentar y cargas proyectadas	

Fuente: PAREX, 2023.

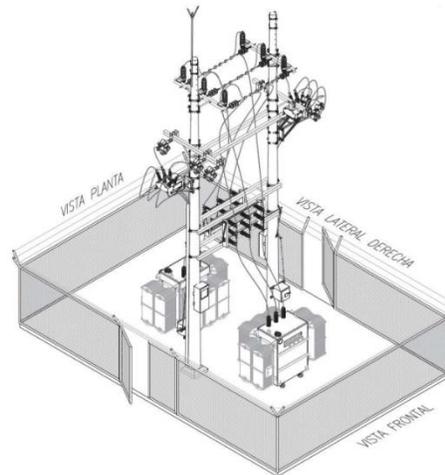


Figura 2-133 Esquema tipo pórtico de salida

Fuente: PAREX, 2023

- ✓ Pórtico de entrada: Corresponde al pórtico donde se estima, se transformará la potencia para alimentar las cargas de la locación. En la **Tabla 2-126** se presenta los elementos y materiales de un pórtico de entrada tipo y en la **Figura 2-134** se muestra el esquema tipo de un pórtico de entrada.

Tabla 2-126 Elementos y materiales de un pórtico de entrada

MATERIAL	CANTIDAD (Unidad)
Postes de concreto de 12 m de 750 kg	2
Seccionadores sin cuchilla de puesta tierra,	**
Juegos de cortacircuitos trifásicos equipados,	**
Aislador de suspensión ansi 52-1,	18
Grapa de retención cable 4/0 ASCR	6
Conector tipo cuña para cable 4/0	9
Collarín de doble salida	10
Esparrago de 5/8" con tuercas y arandelas	16
Tornillo tipo carriage de 5/8" de 2"	18
Diagonales en v tipo 1	4
Tuerca de ojo alargado	6
Cable 4/0 ASCR	16
Cable 2/0 ASCR	24
Cable de cobre 2/0 desnudo	0
Cable de cobre 2 desnudo	0
Terminal de ponchar	6
Terminal de ponchar	8
DPS oxido metálico 12kV, 10kA	8
**Las cantidades dependen del número de circuitos a alimentar y cargas proyectadas	

Fuente: PAREX, 2023.

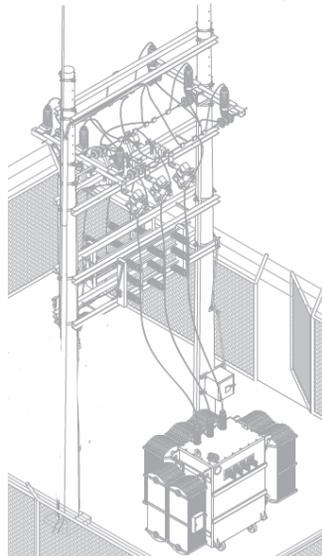


Figura 2-134 Esquema tipo pórtico de entrada

Fuente: PAREX, 2023

➤ **Bases del transformador**

El transformador se ubicará sobre una base o pedestal de concreto. Es de anotar que las dimensiones de las bases estarán de acuerdo con la capacidad del transformador a instalar. La instalación del transformador deberá incluir un foso y una trampa de aceite. Estos deberán diseñarse y construirse de tal forma que entre ambos se tenga la capacidad para contener como mínimo un volumen equivalente al 100% del total de aceite del transformador a instalar. En la **Figura 2-135**, se presenta el esquema tipo de base, foso y trampa de aceite para transformadores sumergidos en aceite.

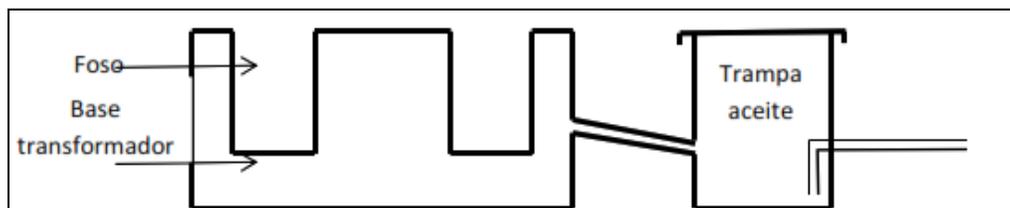


Figura 2-135 Esquema tipo de base, foso y trampa de aceite para transformadores sumergidos en aceite

Fuente: PAREX, 2023

Los ductos que transportan los derrames desde el foso hasta la trampa de aceite deben ser instalados en tubería metálica galvanizada tipo IMC, acero al carbón u otro material adecuado para la intemperie y resistente frente a líquidos combustibles. El transformador deberá ser instalado en lo posible, en zonas de baja circulación de personas, preferiblemente en zonas de circulación restringidas al tránsito vehicular y peatonal.

➤ Transformadores de potencia

La capacidad debe ajustarse a las demandas iniciales y futuras, pretendiendo evitar el exceso innecesario de capacidad instalada que ocasionaría reactivos perjudiciales. La cargabilidad de un transformador se estima óptima en un rango entre el 80 y el 120 %, Para transformadores que llevan más de 6 meses almacenados o que estuvieron en servicio por más de 6 meses, se debe realizar pruebas de rigidez dieléctrica y aislamiento eléctrico de devanados para asegurar su correcto estado. En la **Figura 2-136** se presenta el esquema tipo de un transformador tipo con refrigeración de aceite mayor a 2000 kVA.

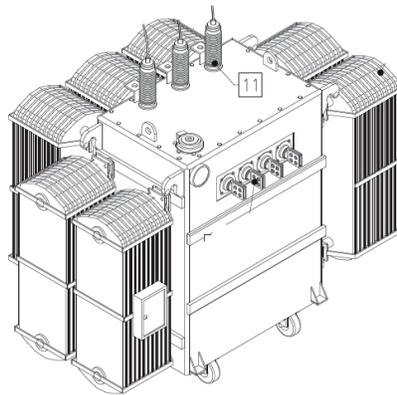


Figura 2-136 Esquema tipo de transformador con refrigeración de aceite mayor a 2000 kVA

Fuente: PAREX, 2023

➤ Protecciones

Todos los conductores no puestos a tierra se deben proteger contra sobrecorriente por alguna de las siguientes formas:

- ✓ Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente, Los interruptores automáticos utilizados para la protección contra sobrecorriente de instalaciones trifásicas de c.a. deben tener un mínimo de tres relés de sobrecorriente operados desde tres transformadores de corriente.
- ✓ Fusibles, Se debe conectar un fusible en serie con cada uno de los conductores no puestos a tierra.
 - Fusible limitador de corriente (FLC): Los fusibles para exteriores (outdoors) o a la intemperie deben ser de un diseño tal que puedan resistir el deterioro del tubo debido a condiciones ambientales, rayos ultravioleta y ozono, Los fusibles (FLC) son seleccionados considerando una capacidad de sobrecarga del transformador entre el 125% y el 140% de su capacidad nominal.
 - Fusibles de expulsión tipo H, K, T: Cuando se utilicen estos fusibles, su capacidad continua de corriente no debe superar el 250 % de la corriente nominal del primario del transformador, Cuando se utilicen interruptores automáticos o fusibles actuados electrónicamente, se deben programar a no más del 300% de la corriente nominal del primario del transformador.

- ✓ Uso, Cuando se utilicen fusibles para proteger los conductores y equipos, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra, Se permite instalar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga si ambos son de la misma capacidad nominal y están instalados en una base común identificada con conexiones eléctricas que dividan exactamente la corriente, No se deben utilizar fusibles de tipo ventilado en interiores, en instalaciones subterráneas o dentro de encerramientos metálicos, a menos que estén identificados para esas aplicaciones, Para la protección de transformadores, equipos y líneas de transmisión se pueden seleccionar fusibles tipo FLC, H, T, K según sus rangos de operación,

Los transformadores con potencias superiores a 150 kVA que no posean un seccionador en celda para la acometida principal en media tensión, deberán poseer un interruptor general en baja tensión con bobina de disparo y relé de protección por ausencia de tensión que opere de manera simultánea (disparo tripolar).

➤ **Medios de aislamiento**

Se deben instalar medios que aíslen completamente cada parte del equipo. No es necesario el uso de interruptores de separación (seccionadores) cuando haya otro medio para desconectar el equipo para su inspección y reparación, como aparatos de maniobra (switchgear) tipo extraíbles montados en encerramientos metálicos o paneles desmontables montados en bastidor. Cuando haya instalados interruptores de separación (seccionadores) que no estén interconectados con un dispositivo aprobado de interrupción de circuito, se debe instalar un aviso de advertencia que prohíba abrirlos bajo carga.

➤ **Pre-Comisionamiento**

Cuando se realice la instalación de líneas de media tensión enterradas, se debe garantizar para antes de su puesta en marcha, la correcta operatividad de la línea, para lo cual se exigirán las siguientes pruebas como parte del proceso de pre y Comisionamiento:

- ✓ Pruebas HiPot a cables
- ✓ Prueba de resistencia de aislamiento y continuidad de cables
- ✓ Resistencia de aislamiento a transformadores
- ✓ Resistencia de aislamiento a transformadores
- ✓ Resistencia de puesta a tierra en subestaciones
- ✓ Verificación empalmes de media tensión

2.2.3.10.6.3.3 Líneas Eléctricas aéreas

➤ **Montaje de Líneas eléctricas aéreas**

Consiste en el tendido y tensionado de línea aérea de cable tipo ACSR para los conductores de la línea y de acero galvanizado para el cable de guarda. El equipo y métodos usados para el tendido y tensionado de los conductores y los cables de guarda estarán sujetos a aprobación y deberán ser tales que no dañen, encarrujen, destuerzan o mellen los conductores y no sufran daños las estructuras.

Los carretes de cable solamente podrán ser rodados en la dirección indicada por el fabricante, no se permitirá pasar cable de un carrete a otro sin aprobación previa de la

supervisión técnica del proyecto. El cable podrá ser tendido a lo largo del terreno recorrido por las líneas, para luego ser levantado a las poleas colocadas en las crucetas de las estructuras, o también podrá ser halado a través de las poleas por medio de un cable mensajero, dicho procedimiento será aprobado y concertado por la supervisión técnica del proyecto.

En el proceso de tendido de los cables se deberá evitar que los cables formen arrugas y en caso de presentarse tal hecho con deterioro del cable, se cortará la parte dañada y se hará un empalme. Para esto se verificarán las flechas en todos los vanos que crucen carreteras y otras instalaciones u obstáculos y por lo menos en dos (2) de los vanos comprendidos entre retenciones,

Para proceder a la vestida de las estructuras se debe tener en cuenta la referencia en los planos (Terminal, de paso o retención). Montar herrajes de la estructura respectiva, tanto ACSR, OPGW y Alumowell. Los apoyos deberán instalarse completos incluyendo todos sus elementos, pernos, señales, avisos, etc, con todas las perforaciones y elementos necesarios para la instalación de los accesorios para la retención, suspensión o paso (aislador tipo pin) de los conductores y cable de guarda.

En los casos donde sea necesario efectuar orificios a los elementos metálicos de soporte (platinas de arriostamiento, crucetas) para garantizar las interdistancias entre las fases y de las fases a tierra o por mala construcción de los orificios, estos orificios deben hacerse con taladro y en los mismos deberá reponerse el galvanizado a satisfacción de la supervisión técnica del proyecto, por medio de galvanizado en frío o pinturas anticorrosivas especiales para tal fin.

Todos los aisladores se instalarán en perfectas condiciones y deberán estar libres de grasa y polvo en el momento de instalarlos. Se hará instalación de las crucetas antipajaros, que son elementos plásticos que van encima de las crucetas metálicas galvanizadas que soportan los herrajes, su montaje se hará de acuerdo con los planos aprobados para construcción. Los aisladores que sufran averías, por pequeñas que sean, durante las operaciones de transporte y montaje o durante el tendido y tensionado de conductores, deberán ser reemplazados. No se permitirá la instalación de aisladores imperfectos, aunque las imperfecciones sean mínimas.

Se deberá iniciar el ascenso por medio de los pretales asegurándose con la eslinga de posicionamiento, al llegar a la parte superior del poste y estar posicionado para realizar la actividad, asegurar el equipo (Pretales, eslinga, y línea de vida) y verificar con el apoyo en tierra que todo se encuentre en orden.

Cuando el liniero este posicionado y asegurado, deberá montar una polea a la altura adecuada para utilizarla como aparejo sencillo o pasante, la polea se enhebrará con la manila de diámetro de ½" de nylon con la cual los ayudantes realizaran el ascenso de las crucetas y herrajes desde el suelo. Todos los materiales del trabajo operativo son subidos a la cima del poste atados con nudos de seguridad a una manila previamente inspeccionada de ½".

Una vez este la cruceta arriba el Liniero ubicara los herrajes en el sitio al cual pertenecen y apretara con sus herramientas. Los herrajes tanto para la línea como para el cable de guarda y los templetes se colocarán de tal forma que queden seguros, se facilite su

inspección y reemplazo. La instalación de las crucetas y herrajes respectivos se hará de tal forma que los postes no se sometan a esfuerzos indebidos. Los pernos y tuercas previstos para fijar los diferentes miembros de las estructuras deberán instalarse con todas las arandelas requeridas y apretarse adecuadamente, según la dimensión y resistencia de cada perno.

✓ **Criterio de selección de conductores**

La selección de conductores se deberá realizar teniendo en cuenta el lugar de instalación y confiabilidad de la red; ya que en cuenta que zonas boscosas se recomienda por confiabilidad la instalación de cable aislado (Ecológico) y en áreas despejadas por economía el cable desnudo ASCR.

- Redes desnudas y distancias de seguridad

Cuando la opción a implementar sea con cable desnudo, las líneas aéreas deben ser en conductor de aluminio AAAC o conductores ASCR, Los calibres utilizados normalizados son los siguientes y dependen de la capacidad de corriente a transmitir:

Tabla 2-127 Calibres recomendados para cables desnudos

LÍNEAS DE 34,5 kV-13,2 kV			
AAAC (IEC)		ACSR(ASM)	
Área Nominal	Área Real	Designación AWG	Área Real
125 mm ²	145 mm ²	266,8 kcmil	142,59 mm ²
100 mm ²	116 mm ²	4/0 AWG	125,10 mm ²
		2/0 AWG	78,75 mm ²
63 mm ²	73,2 mm ²	1/0 AWG	62,39 mm ²
40 mm ²	46,5 mm ²	2 AWG	39,23 mm ²

Fuente: PAREX, 2023.

La separación entre los conductores en vanos de gran longitud depende generalmente de la separación mínima admisible para que los cables no se acerquen demasiado en el punto medio del vano, bajo condiciones adversas de viento.

En vanos cortos y en terrenos planos, la disposición y la separación de los conductores son determinadas principalmente por el nivel de tensión de operación.

Las crucetas para las redes desnudas serán mínimas de 2,0 metros de tal manera que se puedan respetar las distancias entre conductores, cortacircuitos y descargadores de sobretensión, a superficie de concreto, madera, cruceta y elementos metálicas las cuales serán mínimo de 16 cm.

Para definir la distancia de los vanos se debe tener en cuenta además de las consideraciones mencionadas, las distancias exigidas en la tabla 13,5 del RETIE, la cual establece que para redes de 13,2 kV y 34,5kV debe haber una distancia superior a 5,6 m desde el suelo y el conductor energizado más cerca al suelo, ver **Figura 2-137**.

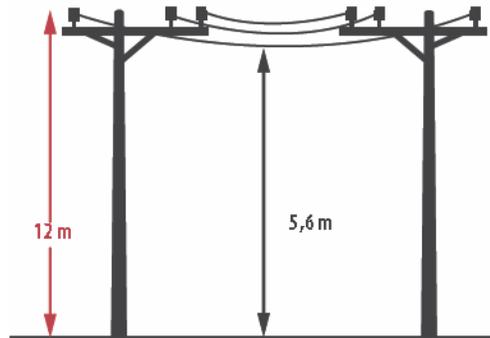


Figura 2-137 Distancia entre líneas eléctricas al suelo según la tabla 13,5 RETIE

Fuente: PAREX, 2023

Toda línea de transmisión con tensión nominal igual o mayor a 57,5 kV, debe tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía. Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas y se constituyan en un peligro para ellas. Debido a que se genera un riesgo para la edificación y para quienes la ocupan, no deben construirse edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre.

Para líneas entre 57,5 kV y 66 kV la zona de servidumbre deberá ser de 7,5 m medido desde el centro de la estructura hacia cada lado. Las zonas de servidumbre irán siempre sometidas al PMA del proyecto.

- Estructuras para redes desnudas

Las siguientes estructuras son recomendación y pueden llegar a usarse tanto en redes aisladas (Cambiando los aisladores de porcelana por poliméricos), como en redes de 34,5 kV (cambiando los aisladores de 15 kV por aisladores de 35 kV). Esta configuración se denomina horizontales, sin embargo, también existe la posibilidad de hacerla con disposición vertical como se mostrará más adelante.

- Estructuras de paso

Se usará en tramos rectos con ángulos de deflexión muy pequeños. En este tipo de estructura se utiliza uno o dos aisladores de pin por fase según el ángulo de deflexión, En la **Figura 2-138** se muestra un esquema tipo de las estructuras de paso con ángulo de deflexión 0-5 grados y hasta 10 grados.

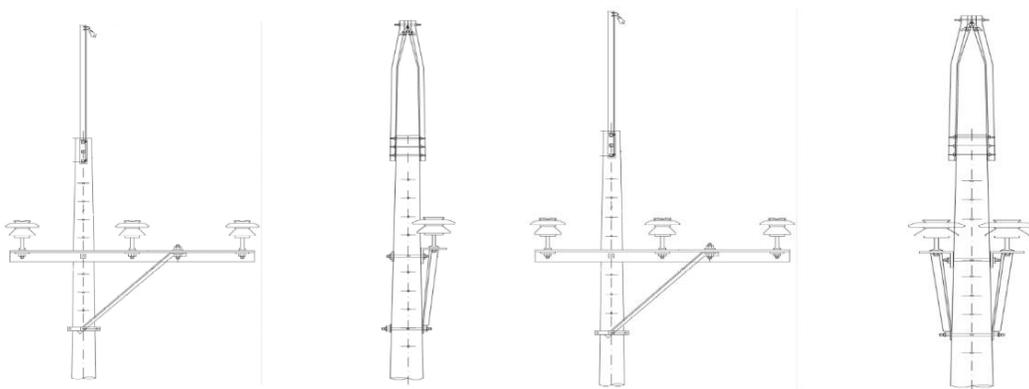


Figura 2-138 Esquema tipo de estructura de paso con ángulo de deflexión 0-5 grados y de hasta 10 grados

Fuente: PAREX, 2023

- Estructuras de suspensión y retención

Se usará cuando se requieran ángulos de deflexión por lo general menores de 45°. Estas estructuras están configuradas con cadena de aisladores de suspensión. En la **Figura 2-139**, se muestra un esquema tipo de estructura de suspensión o arranque de circuito con ángulo de deflexión entre 0-45 grados.

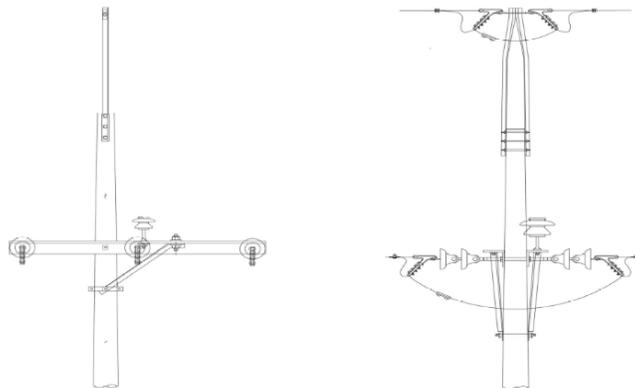


Figura 2-139 Esquema tipo de estructura de suspensión o arranque de circuito con ángulo de deflexión entre 0-45 grados

Fuente: PAREX, 2023

- Estructura terminal

Estas estructuras se utilizan al final de los circuitos o en derivaciones, Los vanos entre el pórtico de la subestación o la estructura de derivación y la estructura terminal, deben ser cortos y destensionados, en forma tal que, sobre la estructura del circuito principal o el pórtico de la subestación, sean mínimos los esfuerzos mecánicos aplicados. En la **Figura 2-140**, se presenta un esquema tipo de estructura de terminal.

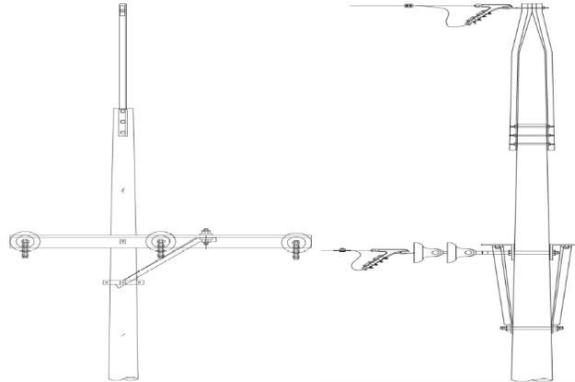


Figura 2-140 Esquema tipo de estructura de terminal

Fuente: PAREX, 2023

- Redes semiaisladas y compacta

El cable semiaislado o recubierto consiste en un conductor de aluminio (ACSR, AAC o AAAC) recubierto con aislamiento en XLPE. Este cable es recomendado para instalarse en zonas arborizadas en donde se puedan tener salida de los circuitos por disparo de las protecciones cuando hay contacto con ramas, animales u otros objetos.

Entre las ventajas más importantes de este tipo de conductor se encuentran la reducción del espaciamiento entre fases, la reducción de pérdidas eléctricas, aumento de la confiabilidad del sistema, menor zona de servidumbre y menor poda de árboles, reducción de los costos de operación y mejor estética en la infraestructura de las redes de Media Tensión.

Para la instalación de cables semiaislados se deberán instalar espaciadores y deben ubicarse a una distancia de 7 a 10 m medidos desde el poste en ambos sentidos. Entre espaciadores se instalarán cada 10 m. En la **Figura 2-141**, se muestra un esquema tipo de instalación de espaciadores.

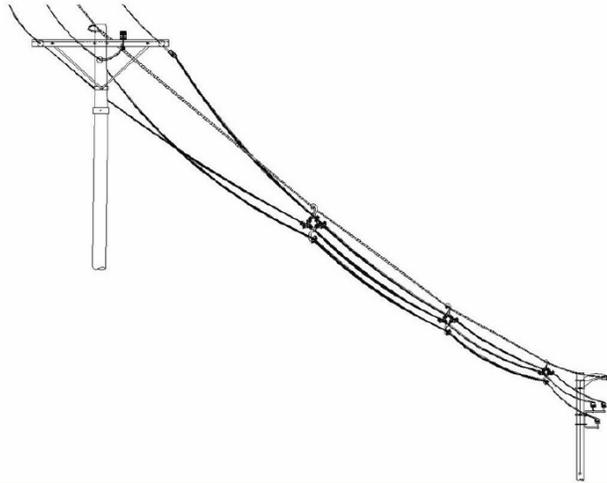


Figura 2-141 Esquema tipo de Instalación de espaciadores

Fuente: PAREX, 2023

- Empalmes y conexiones

El restablecimiento del aislamiento del cable de fase debe hacerse con una cubierta contráctil en frío, aplicada según las instrucciones del fabricante.

Para las conexiones en derivación, cuando se utilice conector tipo cuña, debe ser cubierto con un protector de acuerdo con las dimensiones del conector, La otra opción, cuando no se disponga del protector, es utilizar cinta de MT cubriendo todo el conector y luego aplicar una capa de cinta aislante.

- Estructuras para redes aisladas

Las siguientes estructuras son recomendación, sin embargo y como se mencionó capítulos anteriores, también se pueden usar las estructuras para redes desnudas realizando el respectivo cambio de los aisladores de porcelana por aisladores poliméricos. Así mismo la bayoneta doble puede usarse en vez de mensual.

- Estructuras de paso sin derivación

Estas estructuras podrán ser usadas en tramos de la línea en donde no se requieren derivaciones o puntos de conexión para otros equipos. El vano máximo recomendado es de 50 m a menos que se tenga un análisis de viabilidad de acuerdo a las características del proyecto. Pueden usarse en tramos donde no hay desviaciones mayores de 6°. En la **Figura 2-142**, se presenta un esquema tipo de las estructuras de paso sin derivación.

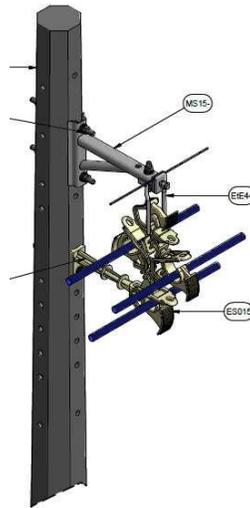


Figura 2-142 Estructuras de paso sin derivación

Fuente: PAREX, 2023

- Estructuras de suspensión con derivación

Estas estructuras podrán ser usadas en tramos de la línea en donde se requieren derivaciones para otros equipos. Los espaciadores deben instalarse a ambos lados de la ménsula a 9 m de ésta. El vano máximo recomendado es de 50 m a menos que se tenga un análisis de viabilidad de acuerdo con las características del proyecto. Pueden usarse en tramos donde no haya desviaciones mayores de 6°. En la **Figura 2-143**, se presenta un esquema tipo de las estructuras de suspensión con derivación.

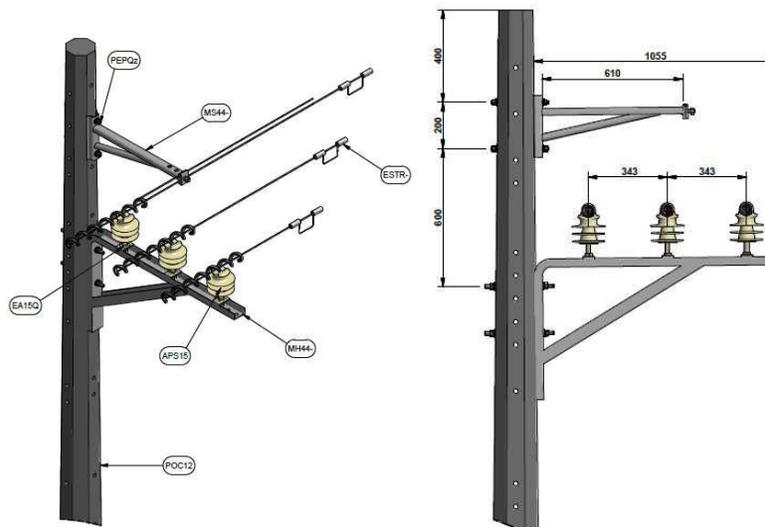


Figura 2-143 Estructuras de suspensión con derivación

Fuente: PAREX, 2023

- Estructura de suspensión con cambio de dirección

Estas estructuras podrán ser usadas en tramos de la línea en donde se requieren realizar cambios de dirección superiores a 20° y menores de 35°.

El vano máximo recomendado es de 50 m a menos que se tenga un análisis de viabilidad de acuerdo con las características del proyecto. Los espaciadores deben instalarse a ambos lados de la ménsula a no más de 3 m de la ménsula y no más de 9 m en vanos sin apoyos. En la **Figura 2-144** se presenta un esquema tipo de las estructuras de suspensión con ángulo de 35 grados.

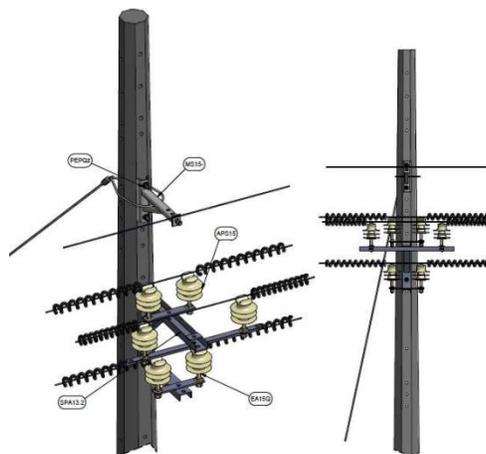


Figura 2-144 Estructuras de suspensión con ángulo de 35 grados

Fuente: PAREX, 2023

- Estructuras terminales

Estas estructuras serán usadas al comienzo y al final de los circuitos o en las derivaciones. Los vanos entre el pórtico de la subestación o la estructura de derivación en el circuito principal y la estructura terminal deben ser cortos y destensionados, en forma tal que, sobre la estructura del circuito principal o el pórtico de la subestación, sean mínimos los esfuerzos aplicados y que no se excedan los límites de las respectivas utilidades mecánicas.

➤ **Malla a tierra**

La malla a tierra debe estar por debajo de los valores establecidos en los estándares de la RETIE y contar con un diseño donde se calculen las tensiones de paso, contacto y transferidas, para asegurar que no se exponga a las personas a tensiones por encima del umbral de soportabilidad. En la **Tabla 2-124**, se presentan los valores de referencia para resistencia de puesta en tierra, de acuerdo con su uso o aplicación.

➤ **Pórticos**

Los pórticos se denominarán a las estructuras que sostendrán los equipos de protección, corte, seccionamiento, derivación, etc, de la subestación eléctrica. Los pórticos se clasificarán en 2 tipos:

- ✓ Pórtico de salida: Corresponde al pórtico donde se estima, se centrará la generación para ser transmitida a las demás locaciones e infraestructura. En la **Tabla 2-125** se presenta los elementos y materiales de un pórtico de salida tipo y en la **Figura 2-133** se presenta el esquema tipo de un pórtico de salida.
- ✓ Pórtico de entrada: Corresponde al pórtico donde se estima, se transformará la potencia para alimentar las cargas de la locación. En la **Tabla 2-126** se presenta los elementos y materiales de un pórtico de entrada tipo y en la **Figura 2-134** se muestra el esquema tipo de un pórtico de entrada

➤ **Bases del transformador**

El transformador se ubicará sobre una base o pedestal de concreto, Es de anotar que las dimensiones de las bases estarán de acuerdo con la capacidad del transformador a instalar. La instalación del transformador deberá incluir un foso y una trampa de aceite. Estos deberán diseñarse y construirse de tal forma que entre ambos se tenga la capacidad para contener como mínimo un volumen equivalente al 100% del total de aceite del transformador a instalar. En la **Fotografía 2-20**, se presenta el esquema tipo de base, foso y trampa de aceite para transformadores sumergidos en aceite.

Los ductos que transportan los derrames desde el foso hasta la trampa de aceite deben ser instalados en tubería metálica galvanizada tipo IMC, acero al carbón u otro material adecuado para la intemperie y resistente frente a líquidos combustibles. El transformador deberá ser instalado en lo posible, en zonas de baja circulación de personas, preferiblemente en zonas de circulación restringidas al tránsito vehicular y peatonal.

➤ **Transformadores de potencia**

La capacidad debe ajustarse a las demandas iniciales y futuras, pretendiendo evitar el exceso innecesario de capacidad instalada que ocasionaría reactivos perjudiciales. La cargabilidad de un transformador se estima óptima en un rango entre el 80 y el 120 %. Para transformadores que llevan más de 6 meses almacenados o que estuvieron en servicio por más de 6 meses, se debe realizar pruebas de rigidez dieléctrica y aislamiento eléctrico de devanados para asegurar su correcto estado. En la **Figura 2-136**, se presenta el esquema tipo de un transformador tipo con refrigeración de aceite mayor a 2000 kVA.

➤ **Protecciones y seccionamiento**

En la llegada de toda línea se dispondrán cortacircuitos monopolares (tipo vela) para corriente nominal según la capacidad del transformador de operación bajo carga preferiblemente y 15 kV, Los cortacircuitos se deberán instalar mediante cruceta doble para dar firmeza a su operación.

Para aumentar la confiabilidad del sistema se debe instalar fundas aislantes para evitar el contacto de animales con partes activas expuestas que puedan sacar de servicio el sistema eléctrico. En la **Fotografía 2-20**, se muestra las fundas aislantes tipo referencia Tyco BCAC-G-CUTOUT-FUSE CUTOUT COVER.



Fotografía 2-20 Fundas aislantes tipo referencia Tyco BCAC-G-CUTOUT-FUSE CUTOUT COVER

Fuente: PAREX, 2023

Todos los conductores no puestos a tierra se deben proteger contra sobrecorriente por alguna de las siguientes formas:

- ✓ Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente, Los interruptores automáticos utilizados para la protección contra sobrecorriente de instalaciones trifásicas de c.a. deben tener un mínimo de tres relés de sobrecorriente operados desde tres transformadores de corriente.
- ✓ Fusibles. Se debe conectar un fusible en serie con cada uno de los conductores no puestos a tierra.
- Fusible limitador de corriente (FLC): Los fusibles para exteriores (outdoors) o a la intemperie deben ser de un diseño tal que puedan resistir el deterioro del tubo debido a condiciones ambientales, rayos ultravioleta y ozono, Los fusibles (FLC) son seleccionados considerando una capacidad de sobrecarga del transformador entre el 125% y el 140% de su capacidad nominal.
- Fusibles de expulsión tipo H, K, T: Cuando se utilicen estos fusibles, su capacidad continua de corriente no debe superar el 250 % de la corriente nominal del primario del transformador. Cuando se utilicen interruptores automáticos o fusibles actuados electrónicamente, se deben programar a no más del 300% de la corriente nominal del primario del transformador.

- ✓ Uso. Cuando se utilicen fusibles para proteger los conductores y equipos, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permite instalar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga si ambos son de la misma capacidad nominal y están instalados en una base común identificada con conexiones eléctricas que dividan exactamente la corriente. No se deben utilizar fusibles de tipo ventilado en interiores, en instalaciones subterráneas o dentro de encerramientos metálicos, a menos que estén identificados para esas aplicaciones. Para la protección de transformadores, equipos y líneas de transmisión se pueden seleccionar fusibles tipo FLC, H, T, K según sus rangos de operación.

Los transformadores con potencias superiores a 150 kVA que no posean un seccionador en celda para la acometida principal en media tensión, deberán poseer un interruptor general en baja tensión con bobina de disparo y relé de protección por ausencia de tensión que opere de manera simultánea (disparo tripolar).

➤ **Medios de aislamiento**

Se deben instalar medios que aislen completamente cada parte del equipo. No es necesario el uso de interruptores de separación (seccionadores) cuando haya otro medio para desconectar el equipo para su inspección y reparación, como aparatos de maniobra (switchgear) tipo extraíbles montados en encerramientos metálicos o paneles desmontables montados en bastidor. Cuando haya instalados interruptores de separación (seccionadores) que no estén interconectados con un dispositivo aprobado de interrupción de circuito, se debe instalar un aviso de advertencia que prohíba abrirlos bajo carga.

Para efectuar corte visible de todas las fuentes de tensión, se puede hacer mediante interruptores y/o seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo.

✓ Pre-Comisionamiento

Cuando se realice la instalación de líneas de media tensión enterradas, se debe garantizar para antes de su puesta en marcha, la correcta operatividad de la línea, para lo cual se exigirán las siguientes pruebas como parte del proceso de pre y Comisionamiento:

- Pruebas HiPot a cables
- Prueba de resistencia de aislamiento y continuidad de cables
- Resistencia de aislamiento a transformadores
- Resistencia de aislamiento a transformadores
- Resistencia de puesta a tierra en subestaciones
- Verificación empalmes de media tensión

2.2.3.10.6.4 Instalaciones de apoyo

Las labores de construcción de las líneas eléctricas se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes pernotarán en sus propias viviendas; el personal técnico, administrativo y flotante pernochará en los campamentos temporales a construir o adecuar y también se

podrá hacer uso de la infraestructura hotelera que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

El acopio de los materiales de construcción, tuberías y equipos requeridos para las diferentes labores se podrá realizar en los campamentos temporales de las plataformas multipozo (existentes y/o nuevas) y/o facilidades de producción.

2.2.3.10.6.5 Asentamientos humanos e infraestructura social

Las líneas eléctricas se trazarán de manera que no puedan afectar viviendas ni infraestructura social, económica y cultural, ya que, pueden ir paralelas a las vías de acceso y/o a campo travesía de acuerdo con los criterios establecidos en la Zonificación de Manejo Ambiental del proyecto.

2.2.3.10.6.6 Desmantelamiento y restauración de áreas intervenidas.

En el **Capítulo 10, Plan de abandono y restauración final**, se describen las actividades de plan de abandono y restauración final para las áreas intervenidas por la construcción e instalación de líneas eléctricas en el Área de Desarrollo VSM-37.

2.2.3.10.7 Subestaciones eléctricas

Para el caso de la construcción de las subestaciones eléctricas, estas estarán ubicadas dentro de las) facilidades centrales de producción y/o locaciones con un área máxima de una (1) hectárea.

La distribución de energía eléctrica para plataformas multipozo, facilidades de producción y demás infraestructura que lo requiera, ubicados dentro del Área de Desarrollo VSM-37, será al nivel de 34,5 kV. La red de distribución se realizará mediante subestación eléctrica que estará ubicada dentro de las facilidades centrales de producción y/o plataformas multipozo, que podrán ser:

- ✓ Una sub-estación interconectada al sistema eléctrico nacional o privada a un nivel de voltaje entre 230 kV, 115 kV, para bajar a 34,5 kV;
- ✓ Una subestación elevadora que arranque desde un nivel de voltaje de 480 V para aumentar a 34,5 kV.

Los centros de transformación de 2,5 a 10 MVA pueden tener celdas o reconectores de M.T., dependiendo de los equipos de protección instalados en el lado secundario del transformador de potencia. Los centros de transformación de 2,5 a 10 MVA pueden tener celdas o reconectores de M.T., dependiendo de los equipos de protección instalados en el lado secundario del transformador de potencia. A continuación, se describen las características de los equipos utilizados en patio de 34,5kV.

➤ **Seccionadores tripolares de 34,5 kV.**

Corriente nominal 600 A, corriente de corto circuito 12 kA, BIL 200 kV, Los seccionadores trifásicos de 34,5 kV de línea deben tener cuchilla de puesta a tierra y su correspondiente mecanismo de enclavamiento.

Los seccionadores son en aire de montaje vertical. Las tres fases deben operar (abrir o cerrar simultáneamente) mediante un mando común de operación manual con una pértiga o brazo actuador. El mecanismo manual debe claramente indicar la posición en que se encuentre el seccionador ya sea CERRADO o ABIERTO.

También debe contar con un dispositivo de bloqueo a la maniobra del seccionador mientras el interruptor esté en posición de cerrado, Las cuchillas de puesta a tierra del seccionador deben actuar con un mecanismo de operación independiente diferente al del seccionador.

➤ **Interruptor de potencia**

- ✓ Tensión nominal 34,5 kV
- ✓ Tensión máxima 38 kV
- ✓ Corriente nominal continua 630 A
- ✓ Corriente de corto circuito 12 kA
- ✓ Aislamiento interno BIL 170 kV
- ✓ Aislamiento externo BIL 200 kV
- ✓ Tiempo de interrupción (ciclos) 3
- ✓ Instalación: Intemperie
- ✓ El interruptor de 34,5 kV debe tener una estructura de soporte para montaje en subestación.

La extinción del arco debe hacerse en vacío o en SF₆, el mecanismo de operación del interruptor debe ser del tipo energía almacenada de operación motor – resorte. El interruptor debe tener contador de operaciones, mecanismos para apertura y cierre manual.

➤ **Descargadores de sobretensiones-DPS**

Son tipo estación, tensión nominal 30 kV, 10 kA. Estos descargadores deberán ser instalados tanto en la salida de los reconectores como en la base de los terminales de media del transformador.

➤ **Transformadores de corriente potencial**

Para el proceso de transformación de la energía eléctrica se usará transformadores de potencia, los cuales consisten en equipos estáticos de inducción electromagnética, destinados a transformar un sistema de corriente alterna en uno o más sistemas de corriente alterna de igual frecuencia y de intensidad y tensión generalmente diferente. Estos equipos de transformación son instalados junto con equipos de protección y demás que hacen parte de la subestación eléctrica, la cual interconecta los transformadores con las líneas de transmisión y/o distribución.

El transporte de la energía desde los transformadores hasta las Líneas de transmisión se realiza mediante conductores protegidos o aislados de media tensión instalados en medios de canalización adecuados de acuerdo con el RETIE.

De Corriente tipo columna para uso intemperie con dos núcleos de protección: Uno para sobrecorriente y otro para la diferencial con las siguientes características: Relación 150 / 100 / 50: 5, 20 VA, clase 10P20, Transformadores de potencial tipo intemperie de un solo núcleo, con relación 34 500 /raíz (3) – 115 /raíz (3) V, clase 1,0, 50 VA.

➤ **Rele de sobre corriente**

Los relés de sobrecorriente deben ser monofásicos y no direccionales, deben tener un elemento instantáneo ajustable en un tiempo de disparo que no exceda 0,05 segundos para una corriente de 2 veces el valor del ajuste, La unidad temporizada debe tener características de tiempo – corriente extremadamente inversa, y se debe ajustar el tiempo de disparo entre 0,2 y 4 segundos a un valor de corriente de 5 veces el valor de ajuste:

- ✓ Los rangos de ajuste deben ser:
- ✓ Relé de fase: Unidad instantánea 10 -100 Amperios
- ✓ Unidad Temporizada 4 -16 Amperios
- ✓ Relé de tierra: Unidad instantánea 2 - 50 Amperios
- ✓ Unidad Temporizada 0,5 - 4 Amperios
- ✓ Los relés deben tener facilidades para dejar fuera de servicio el contacto de disparo de la unidad
- ✓ instantánea y temporizador

➤ **Relé para protección diferencial (87T)**

Este relé debe ser de estado sólido, de alta velocidad, trifásico con restricción de armónicos, adecuados para protección de transformadores de dos (2) devanados. El relé debe soportar dos (2) veces la corriente nominal continua y veinte (20) veces la corriente nominal durante tres (3) segundos.

➤ **Relé de disparo y bloqueo (86)**

Este relé puede ser del tipo electromecánico y energizarse cuando operen los relés principales de protección, Debe alimentarse mediante una fuente de 125 Vcc, Se usa como un relé auxiliar para controlar el disparo y bloqueo del interruptor,

Todos los relés de protección, disparo, alarmas y supervisión que permitan identificar la condición, tipo y/o fase fallada deben estar provistos de indicadores de operación de reposición manual.

➤ **Subestación tipo exterior en piso**

El área que ocupan la estructura aérea o subterránea para la red primaria, el transformador, el equipo de protección, seccionamiento y medida en media tensión, deberá estar completamente rodeada de malla metálica de alambre (eslabonada) calibre 10 mínimo.

➤ Distancias de seguridad y cerramientos

Los cerramientos en mallas que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben disponerse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de seguridad, y las distancias mínimas a cumplir son las de la **Tabla 2-128**. Los muros o mallas metálicas que son utilizados para encerrar las subestaciones deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra.

En subestaciones de media tensión, con encerramiento en pared, la distancia horizontal entre la pared y elementos energizados podrá reducirse al valor del espacio libre de trabajo de acuerdo con lo establecido en la **NTC 2050**, siempre y cuando, la pared tenga mínimo 2,5 m de altura y no tenga orificios por donde se puedan introducir elementos conductores que se acerquen a partes energizadas.

El área delimitada por el cerramiento se cubrirá con una capa de grava mediana que servirá además para reducción de las tensiones de paso que pudieren existir. La valla perimetral podrá soportarse y/o reemplazarse total o parcialmente por muro de ladrillo tolete con las adecuadas características de diseño que lo hagan fiable y seguro y confinen la subestación completamente, con avisos de seguridad que informen sobre la existencia de peligro como: "Precaución riesgo eléctrico, prohibido el paso a personal no autorizado" o "peligro de muerte por electrocución".

Tabla 2-128 Distancias de seguridad para instalación de equipos eléctricos

TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DIMENSIÓN "R" (m)
0,151-7,2	3,0
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5/44	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4,0
230/220	4,7
500	5,3

Fuente: PAREX, 2023.

➤ Seguridad contra incendios y señalización

Toda subestación deberá estar equipada junto a su puerta de acceso con un extintor de CO2 o de polvo químico seco, para incendios clase B y C, que tenga como mínimo una capacidad de 5 libras para locales del nivel de tensión I hasta de 600 voltios y de 15 libras para locales de subestaciones del nivel de tensión II a 13,2 y 7,62 kV.

En la entrada al local de subestación deberá colocarse un aviso con la siguiente leyenda: "Prohibido el acceso de Personal NO calificado ni autorizado", "**Precaución riesgo eléctrico, prohibido el paso a personal no autorizado**" o "**peligro de muerte por electrocución**", con el fin de prohibir el acceso a personal no calificado, Se usará una placa de acuerdo con lo establecido en el RETIE, artículo 11. Para más detalle se deberá seguir lo

establecido en el documento "Código de colores y señalización industrial Parex, COL-FAC-G-EP-001.

➤ **Métodos constructivos**

Donde la ingeniería de detalle lo defina, se ampliará la red de distribución mediante líneas aéreas. Estas líneas serán construidas siguiendo el diseño electromecánico de las instalaciones existentes o según las normativas vigentes colombianas.

Las derivaciones desde líneas aéreas para nuevas instalaciones se realizarán desde estructuras de retención conectando el cable a seccionadores tripolares o seccionadores fusibles según se defina.

Los calibres de los cables a utilizar serán de la misma capacidad de la línea de donde se alimente.

En las plataformas multipozo la distribución de energía a los equipos de pozos será reducida de 34.5 kv a 0.48 kv mediante la subestación instalada de acuerdo con el diseño establecido de los equipos de levantamiento artificial.

Cada transformador conectado a una línea aérea tendrá un juego de pararrayos de 15 kV conectado en sus bornes primarios.

Se instalarán postes en concreto 1350 m/kg, altura aproximada de 14 m, diámetro base de 41 cm aproximadamente, diámetro cima de 20 cm aproximadamente, carga de diseño 1350/450 kg aproximadamente, y peso 1860 kg aproximadamente, sobre los cuales se tenderán los cables tanto de fase como de guarda. Se estima que se instalarán postes con una distancia promedio de 100 m entre ellos.

Dependiendo del diseño puntual de los puntos de cruce de los cuerpos de agua y los bosques de galería asociados, se puede considerar la instalación de postes con una altura de 18 m o 23 m, que podrían estar distanciadas entre 120 m y 140 m, en caso de requerirse. Igualmente, se deberán considerar las siguientes etapas:

- ✓ **Puesta a tierra de los postes:** Considerando que habrá estructuras con 2 postes y otras con 4 postes.
- ✓ **Instalación de la fundación prefabricada:** En las fundaciones para apoyos en concreto se puede prefabricar la fundación en taller y luego transportarse al sitio cuando el concreto esté fraguado.
- ✓ **Hincada del poste con el bajante de puesta a tierra ya colocado:** Como el poste tiene marcado el punto de equilibrio, se coloca un estrobo de acero 0,80 m a cada lado de este punto.
- ✓ **Centrada y aplomada del poste:** Después de hincado el poste se le colocarán cuatro (4) vientos, preferiblemente de manila, distribuidos de tal manera que se forme una X y con una plomada de paso se aploma por los ejes del poste.
- ✓ **Riega de manila y tendida de cable:** Consiste en extender una manila de 22 mm, pasándola por las poleas y llevándola a lo largo de la línea desde donde esté ubicado el carrete de cable hasta donde se encuentre el malacate.
- ✓ **Empalmes:** Es la unión de dos (2) puntas de cable con un tubo de aluminio con núcleo de acero, comprimidos por medio de una prensa hidráulica y dados hexagonales.

- ✓ **Flechado y amarre:** Consiste en levantar y tensionar el cable hasta llevarlo a la flecha indicada en las tablas de flechado elaboradas para tal fin.

2.2.3.10.8 Instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, etc).

Las labores de construcción se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes pernocharán en sus propias viviendas; el personal técnico, administrativo y flotante pernochará en los campamentos temporales a construir o adecuar y también se podrá hacer uso de la infraestructura hotelera que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

El acopio de los materiales, tuberías, equipos y demás requeridos para las diferentes labores se podrá realizar en los campamentos temporales de las plataformas multipozo (existentes y/o nuevas) y/o facilidades de producción.

2.2.3.10.9 Volúmenes estimados de cortes y rellenos

La construcción de las líneas eléctricas contempla pocos movimientos de tierra en excavaciones, los cuales solo están dados en los huecos requeridos para el hincado de los postes. Cuando se trata de postes, el montaje es mucho más sencillo dado que su tamaño es mucho menor comparado con el de las torres al igual que su cimentación, así como la adecuación de terreno necesaria para el hincado de los mismos.

Para el hincado, previamente se realiza la adecuación de terreno consistente en una perforación con una profundidad comprendida entre 1,5 m y 3,0 m (profundidad determinada por el diseño) con un diámetro aproximado de 0,7 m (la intervención es cercana a los 2 m²). Para la instalación de los postes, se buscarán sitios libres de inestabilidades y erosión; se realizarán obras geotécnicas en caso de encontrar sitios con estas características, además de que periódicamente se hará seguimiento para el control de estos.

Los materiales producto de la excavación se colocarán a un costado de esta, de tal manera que no se dispersen y puedan ser reutilizados en el llenado del ahoyado una vez colocado el poste. En esta perforación es en la cual descansa el poste para su posterior alineamiento y nivelación. El hincado se realiza por medio de grúas.

Igualmente, y en los sitios que así lo ameriten, se instalarán templete de anclaje, realizando excavaciones de forma rectangular, aproximadamente de 2 m de profundidad, para colocar en el fondo la vigueta y la varilla metálica, de donde se amarra el cable tensor.

La fabricación de bloques de anclaje deberá hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos suministrados por PAREX. El tiempo mínimo que debe transcurrir entre la fabricación de los bloques de anclaje y el transporte al sitio de instalación será de 20 días y de 28 días antes de la tensión de los templete, a menos de que se utilicen acelerantes del concreto debidamente aprobados. La disposición, fijación y localización de los templete sobre la estructura deberá ejecutarse de acuerdo con los esquemas incluidos en los planos aprobados o como lo indique el representante autorizado por PAREX, según la disponibilidad de la línea.

Por otro lado, teniendo en cuenta que se contempla la instalación de subestaciones eléctricas, las cuales se ubicarían dentro de las facilidades centrales de producción (ampliación de plataformas multipozo o área nueva) y /o las plataformas multipozo, no se contempla el movimiento de tierras para construcción de estas.

➤ Granja solar fotovoltaica

La construcción de la granja solar fotovoltaica contempla el método de construcción de corte relleno compensado, razón por la cual se espera un volumen mínimo para disposición de material sobrante de construcción. Los volúmenes faltantes serán adquiridos de las fuentes de material que cuenten con los permisos mineros ambientales legales vigentes.

En la **Tabla 2-129** se relaciona los volúmenes estimados de movimientos de tierra para la construcción de la granja solar fotovoltaica, En los Planes de Manejo Ambiental específico se presentará el diseño detallado con los movimientos de cortes y rellenos a realizar en los sitios de construcción.

Tabla 2-129 Volúmenes estimados de movimiento de tierras para la construcción de una granja solar fotovoltaica.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO TOTAL	ÁREA	ÁREA TOTAL	VOLUMEN DE MATERIAL DE DESCAPOTE e=0,25 m	VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO PARA TERRAPLÉN	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA e=0,10 m
		(ha)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Granja Solar	1	3	30,000	7,500	29,790	3,000
TOTALES				7,500	29,790	3,000

*el volumen del terraplén corresponde a una altura de 1 m y una relación de talud de 1H:1V
Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.10.10 Estimativo de maquinaria, equipos y mano de obra

➤ Equipos y maquinaria

Para el desarrollo de las actividades de montaje, anclaje y tendido de las líneas y las subestaciones eléctricas, se requieren los siguientes equipos y maquinaria:

- ✓ Seccionadores tripolares de 34,5 kV,
- ✓ Interruptores de potencia
- ✓ Descargadores de sobretensiones-DPS
- ✓ Transformadores de corriente potencial
- ✓ Rele de sobre corriente
- ✓ Relé para protección diferencial (87T)
- ✓ Relé de disparo y bloqueo (86),
- ✓ Grupo electrógeno,
- ✓ Celda de control, protección y medida,
- ✓ Reconectores de los niveles de voltaje requeridos,
- ✓ Banco de condensadores,
- ✓ Seccionadores tripolares de 34,5 kV
- ✓ Descargadores de sobre-tensión-DPS
- ✓ Fusibles (Fusible limitador de potencia –FLC y/o fusibles de expulsión tipo H, K, T)

- ✓ Transformadores de distribución para pozos; entre otros

Durante la construcción de la granja solar se evitará al máximo el uso de maquinaria pesada y se buscará que el proceso se realice de la forma más sostenible posible. En la **Tabla 2-130** se presentan las maquinarias o herramientas requeridas para los principales procesos de construcción de la granja solar.

Tabla 2-130, Maquinaria que se utilizará durante la construcción

PROCESO	MAQUINARIA
Montaje de la estructura de los paneles	Máquina para hincado, montacargas y herramientas de mano.
Montaje de Paneles	Montacargas, andamios o escaleras y herramientas de mano.
Montaje de Inversores	Montacargas, grúa para descargue, andamios o escaleras y herramientas de mano.
Obra civil de la subestación	Montacargas, mezcladora, andamios o escaleras y herramientas de mano.

Fuente: PAREX, 2023.



Fotografía 2-21 Máquina para hincado de la estructura de los paneles,

Fuente: PAREX, 2023

➤ Mano de Obra

En la **Tabla 2-131**, se presenta la mano de obra requerida para la construcción de una línea eléctrica de 15 km de longitud y una subestación eléctrica.

Tabla 2-131 Requerimiento aproximado de mano de obra para líneas y subestación eléctrica

MANO DE OBRA	PERSONAL	TOTAL, DE PERSONAS
Calificada	Comisión de topografía	2
	Un (1) ingeniero civil y un (1) ingeniero eléctrico con experiencia en geotecnia, residente,	2
	Un (1) ingeniero responsable de labores HSE,	1
	Un (1) profesional en gestión social,	1

MANO DE OBRA	PERSONAL	TOTAL, DE PERSONAS
	Un (1) profesional en el aspecto ambiental,	1
	Dos (2) supervisores de obra civil y eléctrica,	2
	Un (1) maestro de obra y un (1) oficial en cada frente de trabajo,	10
	Operadores de maquinaria pesada (motoniveladoras, vibrocompactador, volquetas, etc.),	5
	TOTAL, MANO DE OBRA CALIFICADA	24
No calificada	Almacenista,	6
	Dos (2) celadores,	10
	Cuadrilla de cuatro (4) personas para labores varias,	24
	TOTAL, MANO DE OBRA NO CALIFICADA	42

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.3.11 Zonas de Disposición de Material Estéril – ZODME

PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL solicita construcción de 23 Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavación - ZODME, distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ 15 ZODMEs de máximo 1 hectárea, uno por cada locación, los cuales estarán inmersos en las 5 hectáreas de cada una.
- ✓ Tres (3) ZODMEs de máximo 1 hectárea, uno por cada Facilidad Central de Producción, los cuales estarán inmersos en las 7 hectáreas de cada una.
- ✓ Cinco (5) ZODMEs centralizados, de máximo 2 hectáreas cada uno, ubicados por Zonificación de Manejo y de acuerdo con las necesidades del proyecto.

2.2.3.11.1 Alternativas de ubicación y selección de sitios

Los ZODMEs a ubicar en las plataformas y Facilidades Centrales de Producción, estarán contenidos en las áreas solicitadas para cada una de estas estrategias de desarrollo.

Mientras que los ZODMEs Centralizados se ubicarán en un área máxima de intervención de dos (2) hectáreas de manera aislada.

Estos sitios estarán definidos de acuerdo con los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación ambiental y de manejo ambiental del proyecto. Entre los criterios a considerar dentro de la zonificación de manejo ambiental para la ubicación de estas áreas están:

- ✓ No intervención de áreas de exclusión
- ✓ Minimización de las áreas a intervenir con el fin de efectuar la menor remoción y/o excavación o afectación a los recursos naturales
- ✓ Preferir áreas no sujetas a riesgos naturales no controlables
- ✓ Preferir terrenos donde la capacidad portante sea suficiente para soportar los equipos
- ✓ Examinar la disponibilidad de área y ocupación del espacio
- ✓ Utilizar preferiblemente áreas intervenidas

Es pertinente mencionar que los criterios y especificaciones desarrollados en el presente aparte, corresponde a los diseños de prefactibilidad del sistema y que los diseños específicos a nivel de detalle de ingeniería básica serán presentados en el PMA específico.

2.2.3.11.2 Especificaciones técnicas

Las ZODME serán sitios para disponer materiales sobrantes de excavación generados por los procesos constructivos y para la disposición de cortes tratados provenientes de la perforación.

El diseño y construcción dependerán directamente del volumen a disponer en este tipo de zonas, esto condicionara su altura y el tipo de taludes a utilizar, los cuales se pueden conformar en terrazas o taludes simples. Los volúmenes por disponer se presentarán en el PMA específico de cada plataforma multipozo.

El material dispuesto podrá ser utilizado en la conformación de terraplenes durante las etapas de obras civiles y como relleno de piscinas en la etapa de abandono y recuperación ambiental. En las ZODME se podrán disponer materiales sobrantes de excavación y cortes de perforación base agua (WBM) previamente estabilizados.

Para las ZODME conformadas con cortes de perforación estabilizados base agua se construirán sobre geomembrana que impida el contacto directo con el suelo natural, así mismo se deberán construir cunetas perimetrales u otras obras que garantice que el agua de escorrentía tenga un tratamiento previo antes de estar disponerse al medio.

Las actividades que involucran la construcción y adecuación de las ZODME para el Área de Desarrollo VSM-37, seguirán las recomendaciones y especificaciones presentadas en la Tabla 2-132.

Tabla 2-132. Especificaciones técnicas para construcción de ZODME

ÍTEM	OBSERVACIONES
Taludes	Desde 1H:1V - 2H:1V Perfilados y revegetalizados, (*)
Obras de drenajes	Filtros longitudinales y transversales en la base, cunetas de corona, (*)
Altura máxima	Dependerá de la topografía del terreno, terrazas de máx., 3 m cada una
Bombeo de la corona	2-3 %
Relleno	Por capas compactadas en espesor definido con el geotecnista, (*)
Estructuras de contención	Si se requiere: gaviones, trinchos, sacos rellenos de suelos seleccionados, (*)
Área	Máxima según condición topográfica y de suelo se recomienda hasta 1,0 ha para cada plataforma de 5 ha

(*) según los diseños específicos en cada caso

Fuente: PAREX, 2023.

Tabla 2-133. Capacidad estimada de cada ZODME

ZODME	ÁREA (ha)	CAPACIDAD (m³)
Plataforma	1	45000
Facilidad	1	45000
Centralizados	2	90000

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

La capacidad definitiva de cada ZODME será presentada en el PMA específico, donde se incluirá las dimensiones, volúmenes y las obras de estabilización a construir en caso de ser requeridas.

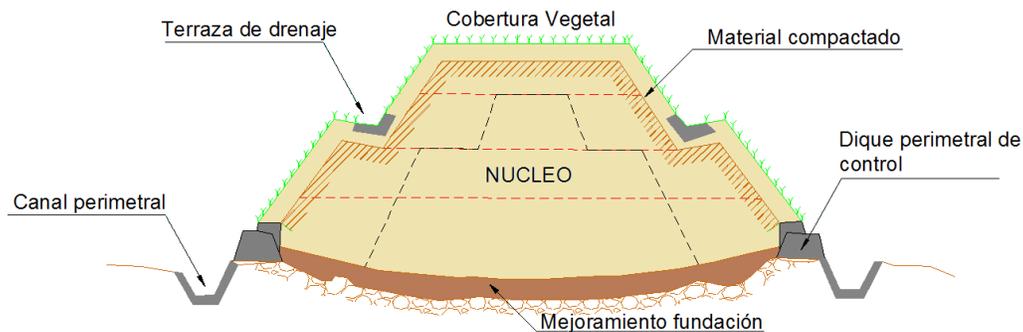


Figura 2-145 Diseño tipo de una ZODME

Fuente: PAREX, 2023

A continuación, se presenta el proceso constructivo para la conformación de una ZODME:

- ✓ Se descapotará previamente en un espesor de 0,15 m a 0,30 m para retirar la capa vegetal. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona de acopio para su posterior uso en actividades de empradización.
- ✓ Construcción de obras de drenaje para el manejo de aguas subsuperficiales y producto de infiltración por medio de filtros tipo francés.
- ✓ Construcción de enrocados disipadores de energía en las cunetas perimetrales (en caso de ser requeridas).
- ✓ Construcción de un sistema de contención en la base del relleno (Diques, muro de gaviones, muro en concreto, entre otros). En caso de ser requeridas.
- ✓ Deben instalarse filtros longitudinales y transversales que conduzcan el agua fuera del ZODME para evitar socavaciones, erosión y presiones hidrostáticas.
- ✓ Los materiales de desecho se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor suelto entre 0,30 m - 0,50 m, y apisonadas pasando varias veces el Bulldozer, hasta conformar terrazas hasta de 3,0 m.
- ✓ Los taludes finales del ZODME quedarán conformados con una pendiente entre 1: H- 1V y 2H: 1V, o la recomendada según las características de los materiales.
- ✓ Cuando se trate de material rocoso, deberá colocarse de adentro hacia afuera para que se pueda hacer una selección de tamaños; los fragmentos más grandes deben

situarse hacia la parte externa del depósito, de forma que sirvan de protección definitiva del talud.

- ✓ El material más fino debe quedar ubicado hacia la parte interior del depósito, Con el fin de disminuir las infiltraciones de agua al depósito, deben densificarse las dos últimas capas, mediante varias pasadas del tractor de orugas (se recomienda por lo menos 10).
- ✓ Cada vez que se ascienda por lo menos 3,0 m en cota con los materiales depositados deben perfilarse los taludes, para proceder a su cobertura con los materiales de descapote, evitando así la erosión por escorrentía superficial, Cuando se requiera suspender la colocación de materiales, se deberán proteger en el menor tiempo posible las zonas desprovistas del relleno.
- ✓ Terminada la colocación del material, se construirán canales interceptores en la corona del depósito y a lo largo del mismo, Los descoles de estos drenajes se deberán llevar hasta los canales naturales o niveles base.
- ✓ Se deberá construir un sistema de cunetas evacuantes de las aguas lluvias que caerán sobre la superficie del depósito, Con este sistema se busca evitar la infiltración del agua superficial, mediante su evacuación rápida y eficiente.
- ✓ No hay una altura final estándar, ya que esta variable depende de múltiples factores entre los que se cuenta la estabilidad, que también es función de las obras que se hayan realizado para evitar que el ZODME colapse, El depósito no debe ser sobrecargado, pues de lo contrario se corre el riesgo de generar inestabilidades.
- ✓ El material dispuesto en la ZODME se podrá reutilizar para el cierre de piscinas, o en otras actividades que se requieran, siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones técnicas y garanticen la no afectación del medio ambiente.
- ✓ Una vez terminada la disposición de material sobrante en la ZODME deberá clausurarse, procediendo a su empedradización y obras finales de estabilización, estas últimas incluyen la construcción del sistema de cunetas evacuantes de las aguas lluvias que caerán sobre la superficie del depósito. Con este sistema se busca evitar la infiltración del agua superficial, mediante su evacuación rápida y eficiente.

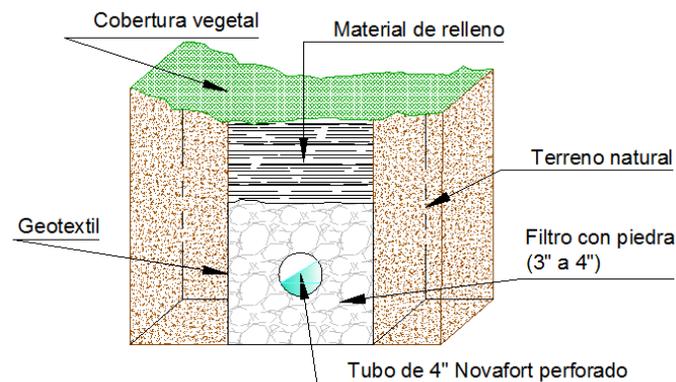


Figura 2-146 Sección típica para filtro tipo francés en la base de una ZODME

Fuente: PAREX, 2023

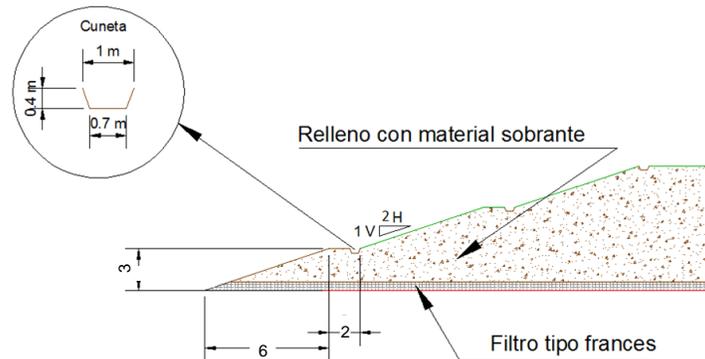


Figura 2-147 Diseño tipo ZODME – vista perfil

Fuente: PAREX, 2023

2.2.3.12 Transporte de fluidos por carrotanque

Esta actividad presenta los lineamientos relacionados a la entrega de fluidos desde la infraestructura existente al interior del Área de Desarrollo VSM-37, hacia otros campos o infraestructura localizada fuera del área mencionada.

Se utilizará la red vial existente y/o a construir y que serán de uso por el proyecto, descritos en el numeral **2.2.3.1.1 Vías para usar por el proyecto**, buscando la conectividad entre las áreas de Parex y/o otros campos de terceros. Sobre estas vías se realizarán las actividades de mantenimiento y/o adecuación, presentadas en el presente capítulo y se implementarán las medidas de las fichas 0.10 Ficha VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial y 0.11 Ficha VSM37-PMA-AB-S-11 Movilización de maquinaria equipos y fluidos.

La entrega y recibo de fluidos será realizada mediante vehículos que estarán transitando entre plataformas, facilidades, estaciones, y/o plantas existentes o proyectadas, ya sean de PAREX como de sus aliados, donde podrán ser procesadas, tratadas, almacenadas, usadas y/o entregadas

Los fluidos a manejar serán: agua proveniente concesiones (superficiales o subterráneas), aguas de producción, y/o formación, aguas residuales previamente tratadas o no tratadas, y diferentes tipos de hidrocarburos extraídos en los pozos y/o tratados en las diferentes plataformas y/o facilidades.

En el caso del agua residual no tratada, se proyecta transportarla entre los diferentes bloques, para que se pueda llevar a sitios con la infraestructura necesaria para su tratamiento y disposición final.

➤ **Maquinaria y equipos**

Para esta actividad se requerirá del uso de carrotanques, camiones, cisterna o tractocamiones para movilizar diferentes tipos de fluidos

En la **Tabla 2-134** se relaciona el listado de equipos a emplear en la entrega de fluidos.

Tabla 2-134 Estimativo de maquinaria y equipos requeridos.

MAQUINARIA Y EQUIPOS	CANTIDAD
Carro-tanque	1
Tracto camión (Cisterna)	1
Bomba de recibo	1
Bomba de despacho	1
Medidor de volumen (contador de barriles)	1 por bomba
Tanques	1 para recibo, 1 para despacho

Fuente: PAREX 2023.

2.2.4 Abandono y restauración final

Una vez terminado el desarrollo de las actividades operativas definiendo el cierre y abandono del Área de Desarrollo VSM-37. PAREX se plantea procedimientos para la restauración y abandono de equipos, recuperación de áreas intervenidas y cierre del plan de gestión social de acuerdo con sus políticas ambientales para proyectos de perforación y de explotación. Estos procedimientos son elaborados en todas sus áreas de operación con el fin de mantener el medio en condiciones similares o mejores a las encontradas inicialmente.

Uno de los propósitos principales para adelantar las medidas de manejo en el Área de Desarrollo VSM-37 consiste en la realización de actividades de recuperación paisajística, para lo cual se deberá tener muy claro cuáles son los elementos objeto de restauración; esta actividad se realizará mediante su caracterización y priorización de estos y, posteriormente, establecer y especificar las medidas, acciones y procedimientos a implementar.

De igual forma, el proceso de abandono y restauración está orientado a lograr el restablecimiento de las condiciones de cobertura vegetal y de calidad paisajística preexistente o condiciones similares, para lo cual se adelantarán labores de reconformación morfológica y revegetalización, mediante la aplicación de las medidas específicas y el uso de especies vegetales adecuadas; el detalle del Plan de Abandono y Restauración se encuentra en el **Capítulo 10, Plan de Abandono y Restauración final** del presente EIA, donde se contempla además de los requerimientos ambientales, lo exigido por las autoridades competentes en materia de minería y de hidrocarburos en sus planes específicos de desmantelamiento, cierre y abandonos respectivos.

Cabe destacar, que el material utilizado en la conformación de terraplenes de vías y locaciones podrá ser reutilizado en otras actividades de construcción del proyecto y/o podrá ser entregado a la comunidad para aprovechamiento o reúso, al igual que el material restante de la demolición de concretos limpios una vez retirado el acero de refuerzo.

2.2.4.1 Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas

Al finalizar las actividades relacionadas con las pruebas de producción, serán retirados los elementos, equipos y el personal del área del proyecto que no sea necesario para la operación de los pozos. Posteriormente y según los resultados obtenidos de la perforación, se procederá a la recuperación total o parcial del terreno. Los suelos (Naturales)

contaminados con derrames de crudo y/o aceite, serán retirados del sitio mediante raspado y serán mezclados con cal viva y dispuestos en las piscinas durante la clausura. Además de estas medidas generales, se tomarán algunas particulares en caso de que los pozos sean o no productores así:

2.2.4.1.1 Pozos

Si se determina la inviabilidad del pozo, ya sea porque resultó seco o no productor, por problemas “mecánicos”, porque el potencial del yacimiento no lo hace atractivo para su desarrollo comercial o porque no será utilizado como pozo inyector, se procederá a la etapa de abandono y restauración del área intervenida, se cortará la tubería de revestimiento y se taponará con cemento teniendo en cuenta las normas (Resolución 18-1495 de 2009) del Ministerio de Minas y Energía, luego de la debida supervisión y autorización.

Para el desmantelamiento de los pozos se realiza el aislamiento de este de manera definitiva, cerrando las formaciones atravesadas que contengan fluidos y evitando que estos lleguen a la superficie. Finalmente se taponan el pozo y se realiza la reconfiguración del área superficial del mismo, ejecutando las actividades necesarias para el restablecimiento de la cobertura vegetal y recuperación paisajística de la zona.

Para el caso de los pozos exploratorios y/o de concesión de agua subterránea, una vez se inicie el desmantelamiento, restauración y abandono al finalizar el proyecto o de aquellos pozos que no cumplan el potencial de producción, se procederá al sellamiento de los pozos basado en la norma técnica NTC 5539 y cuyas actividades específicas se presentan en el **Capítulo 10, Desmantelamiento y Abandono,**

2.2.4.1.2 Recuperación paisajística

En la etapa de restauración final, la cual se da en el caso que el pozo resulte seco o no comercial y definitivamente se establezca no volver a utilizar el área para ninguna otra actividad, se realizará una reconfiguración del paisaje de acuerdo al programa de compensación paisajística, realizando actividades que permitan de nuevo una integración paisajística, con el fin de extraer la presencia de impactos visuales cuya presencia altera la dinámica natural entre los elementos del paisaje teniendo en cuenta la representatividad, singularidad, o calidad del mismo.

A continuación, se presentan las tres principales actividades que se realizan en esta etapa para la reconfiguración paisajística:

- ✓ Demolición y retiro de todas las estructuras en concreto presentes en la localización, al igual que se desmontan todos los equipos y elementos anexos a la operación del taladro; solamente se dejará en el sitio la placa de abandono del pozo, esto permite retirar los elementos discordantes del paisaje, como inicio de su reconfiguración.
- ✓ Clausura de piscinas, se realiza a través del relleno con el material de demolición y material sobrante de excavación, lo cual mejorará la calidad de las unidades(es) paisajística(s) afectada(s), por la recuperación de la morfología.
- ✓ Teniendo en cuenta el registro de la cobertura, realizado en todas las etapas operativas de las áreas intervenidas, se debe realizar un recubrimiento natural con material vegetal a los suelos intervenidos, a través de la instalación de céspedón y/o estolón de

gramíneas, para promover la recuperación natural del área e integrando un elemento principal en las unidades de paisaje natural.

Respecto a las vías de acceso, deberá concertarse con el propietario del predio, a través de gestión social el futuro y destino de la vía.

2.2.4.2 Cierre de piscinas

Las piscinas se mantendrán abiertas dependiendo de las necesidades operativas de cada locación. Cuando se decida el cierre de estas, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- ✓ Los fluidos almacenados en las piscinas se bombearán al sistema de control de sólidos para separar la mayor cantidad de sólidos que puedan contener.
- ✓ La piscina quedará con los residuos más densos; se verificará la calidad de estos flóculos, para tal fin, se medirán TPH, siempre y cuando los residuos sean aceitosos, en caso de presentarse concentraciones en $TPH > 1\%$, éstos serán tratados de acuerdo con su naturaleza, en caso contrario se mezclarán con el material de relleno, para su deshidratación y disposición final.
- ✓ Una vez caracterizado el floculo se procederá a:
 - Dejar registro de los resultados del monitoreo.
 - Determinación sobre el retiro de flóculos.
 - Para el relleno de la piscina se procederá a:
 - Doblar la geomembrana de los hombros hacia el interior de la piscina, con dos propósitos, primero el de permitir la permeabilidad y segundo el de retirar la geomembrana a nivel de superficie.
 - Utilizar material proveniente de los movimientos de tierra de las mismas locaciones.
 - Compactar el material
 - Restauración final mediante revegetalización.

2.2.4.3 Restauración de áreas intervenidas

La restauración de áreas intervenidas producto de la remoción de la cobertura vegetal se realizará mediante la instalación de coberturas naturales vivas, la cual puede ser colocada en forma de cespedón, estolón o al voleo de semillas. Se recomienda el uso de gramíneas para las cuales se verificará la calidad del material instalado.

La empradización de las áreas intervenidas se realizará verificando que no hallan afectaciones por procesos erosivos, control y manejo de flujos de agua, tránsito de personas o ganado. En el proceso de restauración de las áreas intervenidas se tendrán en cuenta los siguientes aspectos,

- ✓ Debe recuperarse la capa vegetal retirada durante la ejecución de las obras, la cual se ha debido conservar de la mejor manera para evitar contaminación con los materiales.
- ✓ Se deben realizar obras civiles que garanticen la estabilidad del área intervenida.
- ✓ Donde exista el peligro de una rápida falla del talud, se deben sembrar cespedones continuos; si es el caso, se deben colocar una capa de tierra y luego la siembra de material vegetal o ramas y arbustos, sostenidas temporalmente con estacas unidas por lianas o costales.

- ✓ Para la restauración mediante la instalación de cobertura vegetal se puede utilizar semillas de pasto, donde el efecto erosivo no sea muy acelerado.
- ✓ Se debe disponer de agua suficiente para el riego periódico de las áreas a restaurar en el caso que se presenten épocas de estío.
- ✓ Es necesario disponer de materiales e insumos necesarios para garantizar el éxito en el establecimiento y mantenimiento de las áreas a intervenir.
- ✓ Se debe realizar inicialmente la preparación del suelo, mediante escarificación manual, de tal forma que se puedan separar las partículas del suelo en las zonas compactadas.
- ✓ Para la colocación de la tierra, se puede reincorporar la capa superficial de suelo removida y almacenada con anterioridad con un espesor considerable de tal manera que garantice el desarrollo radicular de las gramíneas, Se debe realizar un análisis del suelo con el fin de conocer sus características fisicoquímicas y determinar los requerimientos nutricionales de acuerdo con las especies a establecer.
- ✓ Posteriormente se debe establecer una cubierta vegetal mediante la siembra de especies gramíneas. La empradización debe realizarse con especies de tipo herbáceo, en época de lluvias, se definirá además el sistema más apropiado, de acuerdo con el tipo de suelo, condiciones ambientales, pendiente y estabilidad.

2.2.4.4 Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas por las líneas de flujo

Una vez terminadas las actividades de montaje de la línea de flujo, se buscará el mejoramiento de las condiciones de estabilidad del terreno afectado en las cuales se centrarán en la compactación del material de excavación devuelto a la zanja y a empradizar el derecho de vía, utilizando el material de descapote retirado. Así mismo, en esta etapa se recupera la tubería utilizada en líneas de flujo con el fin de darles otro uso. Para el caso de las líneas enterradas se realiza una evaluación económica y ambiental para determinar si se condenan (abandono in situ) o se extraen. De acuerdo con lo anterior, si se extraen las líneas se debe realizar el retiro de la capa orgánica y disposición sobre un costado para su posterior reutilización (según condiciones existentes), la conformación que es la obtención de una superficie de trabajo apta para el retiro de la tubería, la excavaciones con ayuda de equipo convencional, hasta una profundidad de 0,20 m por encima de la cota clave del tubo, el levantamiento y cargue de la tubería seccionada con ayuda de equipo convencional y luego ser enviada al sitio de acopio temporal o final, Una vez levantada y retirada la tubería de la zanja, se procede a tapar ésta con ayuda de equipo convencional dejando un camellón de 0,20 m por encima de la cota superficial a todo lo largo de la zanja tapada. Durante la reconfiguración se suaviza la forma del terreno intervenido. Para la recuperación se construyen obras de protección geotécnica, Posteriormente se revegetalizan las áreas intervenidas.

2.2.4.4.1 Desmantelamiento de tuberías superficiales

En la **Tabla 2-135** se presenta el procedimiento para el desmantelamiento de los ductos superficiales.

Tabla 2-135 Actividades para el desmantelamiento para tubería superficial

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Revisión de la tubería	Diagnóstico general de la tubería, el cual sirve como elemento para determinar su utilización o destino.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Identificación de los sectores críticos para las labores de desmantelamiento.
	Verificar si contiene aditivos químicos para definir el sistema de manejo de aguas residuales.
	Verificar si la tubería se encuentra presurizada, en cuyo caso se procederá a despresurizarla.
	Definir los sitios, temporal y final, de acopio de tubería.
Limpieza interna	En caso de ser necesario, se procede a correr raspadores impulsados con aire o agua, para efecto de limpieza interna de la tubería.
	Definir el programa de manejo de las aguas residuales y/o residuos sólidos.
Adecuación de la franja para el desplazamiento de los equipos	Definir una franja dentro del derecho de vía existente para la movilización de los equipos, teniendo en cuenta que sea la mínima intervención posible para realizar las maniobras de desmonte y transporte de tubería.
	Adecuación de los pasos provisionales para el cruce de corrientes de agua; el movimiento de tierras debe ser mínimo o nulo.
	El acceso de los equipos siempre debe hacerse por la franja seleccionada.
Desmontaje de la tubería	Verificar que la tubería se encuentre despresurizada.
	Tomar las medidas necesarias para evitar los riesgos de explosión.
	Realizar el corte, izaje, cargue y transporte de la tubería con equipos adecuados, utilizando únicamente la franja seleccionada para tal fin.
	Es posible que se corten tramos de tubería y se halen hasta un sitio donde se manibre con facilidad, lo cual reduciría las áreas a intervenir.
	En esta actividad también se retiran las estructuras de apoyo, anclajes, puentes, válvulas, estructuras de apoyo, soportes en concreto, marcos H y demás accesorios.
Transporte a sitios de acopio	Las vías y sitios de acopio a utilizar serán estrictamente los seleccionados y autorizados.
	Los equipos deben cumplir con las especificaciones de seguridad industrial de la compañía operadora.
Reconformación y recuperación del área	Retirar las obras provisionales.
	Empradización de áreas intervenidas.
	Rehabilitar las áreas utilizadas.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.4.4.2 Desmantelamiento de tuberías enterradas

En la **Tabla 2-136** se presenta el procedimiento para el desmantelamiento de los ductos subsuperficiales.

Tabla 2-136 Actividades para el desmantelamiento para tubería enterrada

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Revisión de la tubería	Realizar un diagnóstico general de la tubería, el cual sirve como elemento para determinar su utilización o destino.
	En el reconocimiento se debe, identificar los sectores críticos para las labores de desmantelamiento.
	Verificar si contiene aditivos químicos para definir el sistema de manejo de aguas residuales.
	Verificar que previamente se haya desmontado el sistema de protección catódica.
	Verificar si la tubería se encuentra presurizada, en cuyo caso se procederá a despresurizarla.
	Tomar medidas preventivas necesarias para eliminar los riesgos de explosión.
	Definir los sitios, temporal y final, de acopio de la tubería.
Apiques para Localización de Tubería	Verificar la ubicación de la tubería con ayuda de equipo convencional (detector de metales), y la realización de apiques de ubicación del alineamiento y profundidad de ésta.
Adecuación de zonas de tránsito y trabajo dentro del derecho de vía	Desmonte y Adecuación: retiro de árboles, arbustos, rocas, cercas y elementos extraños de la franja a intervenir; manejo de aguas superficiales; y construcción de obras de geotecnia preliminar, especialmente de contención de materiales de corte (ej. trinchos) .
	Descapote: retiro de la capa orgánica y disposición sobre un costado para su posterior reutilización (según condiciones existentes).
	Conformación: obtención de una superficie de trabajo apta para el retiro de la tubería, Disposición de materiales sobre los costados, haciendo uso de las obras de geotecnia preliminar, Corrección y prevención de problemas geotécnicos.
Excavación mecánica y manual	Excavar con ayuda de equipo convencional, hasta una profundidad de 0,20 m por encima de la cota clave del tubo, la tubería se termina de destapar manualmente.
	Establecer las medidas adecuadas de manejo de materiales de corte.
Corte de tubería	Cuando se encuentre limpia el área de corte de la tubería habiendo retirado su recubrimiento externo, se procede a seccionar ésta en la zanja con ayuda de equipo convencional (oxicorte o cortatubo) lo más cerca posible a las juntas o pegas de la tubería.
Izaje de tubería	El levantamiento y cargue de la tubería seccionada con ayuda de equipo convencional y luego ser enviada al sitio de acopio temporal o final.
Transporte a sitio de acopio	Es el acarreo de la tubería desmantelada con ayuda de equipo convencional para ser enviada al sitio de acopio temporal o final.
Tapado de la zanja	Una vez levantada y retirada la tubería de la zanja, se procede a tapar ésta con ayuda de equipo convencional dejando un camellón de 0,20 m por encima de la cota superficial a todo lo largo de la zanja tapada.

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Reconformación y recuperación del derecho de vía	Durante la reconformación se suaviza la forma del terreno intervenido, Para la recuperación se construyen obras de protección geotécnica, Posteriormente se revegetalizan las áreas intervenidas.

Fuente: PAREX, 2023.

2.2.4.4.3 Limpieza final

Aunque en cada frente de trabajo se tiene personal dedicado a la limpieza, conforme termine cada labor; se realizará una cuidadosa limpieza final y en forma continua hasta cubrir la totalidad del derecho de vía, para lo cual se recogerán los desechos como plásticos, metales y desperdicios que no se hayan recogido durante cada etapa de la fase constructiva y se dispondrán según lo descrito en el **Capítulo 4, Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales** del presente documento.

2.2.4.5 Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas por las líneas eléctricas aéreas y/o enterradas

Para el desmontaje de las líneas de transmisión se deberá desenergizar el conjunto de líneas eléctricas con la finalidad de evitar cualquier tipo de electrocución durante las labores de desmontaje de los conductores.

- ✓ Desmontaje de los conductores, cadenas de aisladores y accesorios:

Los conductores, cadenas de aisladores y accesorios desmontados serán recogidos convenientemente y entregados para usos compatibles a sus características y estado de conservación. En esta situación los conductores se recogerán controlando en todo momento el proceso de tense y enrollado de tal forma que puedan volverse a utilizar de forma óptima, trasladándolos al almacén dentro del parque para su disposición futura.

- ✓ Desmontaje de postes
- ✓ Las estructuras (torres y postes) serán desmontadas y trasladadas por un tercero autorizado, para la recuperación de sus elementos o disposición final.
- ✓ Los cimientos de las torres serán demolidos y trasladados por terceros para su disposición final en escombreras autorizadas.

Las áreas intervenidas por las líneas eléctricas (localización de postes) se recuperarán y reconformarán, acorde a lo descrito en el Capítulo 10. Desmantelamiento y abandono. Asimismo, los sólidos inertes que se generen durante esta etapa serán dispuestos de acuerdo con su origen y necesidad; en caso de tener sólidos (tierra y otros) estos se emplearán en la reconformación de taludes y rediseño del relieve local.

2.2.4.6 Abandono de facilidades de producción

Inicialmente para el procedimiento de desmantelamiento de los equipos de producción se debe realizar el cierre o "shutdown", esto garantiza el desmantelamiento en forma segura

y bajo condiciones controladas, en busca de minimizar los impactos ambientales y situaciones de riesgo en materia de seguridad y salud ocupacional, Para la limpieza y desmonte de los equipos de producción se tendrá en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se determina los equipos de producción y se cierran las válvulas asociadas a la entrada y salida.
- ✓ Se descomprimen los equipos de producción si existen elementos o válvulas para ello.
- ✓ Se drenan los equipos de producción por las válvulas de purga y los fluidos se llevan a un camión de vacío el cual transporta los fluidos restantes a un sitio especial para tratamiento.
- ✓ Se desconectan los equipos de producción de las líneas y se lava con agua a presión llevando los fluidos a un camión de vacío. A algunos equipos el lavado se realiza con chorro de arena.
- ✓ Se ventean y se verifica que no tenga mezclas carburantes o sustancias peligrosas con un analizador de gases.
- ✓ Finalmente, se realiza el retiro de los equipos de producción a su sitio final por medio de grúas y se realiza su movilización por tractomulas.
- ✓ Para la limpieza y desmonte de tanques:
 - Se determina el tanque y cierran las válvulas asociadas a la entrada y a la salida.
 - Se procede a desocupar el tanque, llevando los fluidos a un camión de vacío.
 - Vaciado el tanque se procede a retirar lodos y borras que se encuentren en el fondo del mismo producto de decantación de contaminantes o partículas sólidas.
 - Los lodos y borras se confinan en el suelo aledaño por medio de diques con arena los cuales se mezclan y se manejan como residuos contaminados con hidrocarburo.
 - Retirados los lodos y borras se hará un lavado del tanque con agua o con chorro de arena, los fluidos resultantes del lavado serán recogidos con un camión de vacío y se integrarán al manejo de las aguas residuales del campo.
 - Se verificará con un analizador de gases que no queden vapores peligrosos.
 - Se dejará airear el tanque para evitar mezclas carburantes.
- ✓ Finalmente, se realizará el corte de los tanques (tapa y sus tres anillos). Una vez se cuenta con cada anillo, se convierten en láminas mediante un corte transversal. Si la longitud de la lámina extendida excede el largo del vehículo transportador (6 metros), se cortará la lámina en fracciones de 6 metros, cuya longitud de corte será equivalente a la tercera parte de la altura del tanque y se adicionará a la longitud de corte de los anillos y tapas para calcular la longitud total de corte.

2.2.4.7 Limpieza final

Se realiza la limpieza de zonas duras, principalmente donde se ubicaron los equipos e infraestructura. Los residuos líquidos se conducirán a los sistemas de tratamiento existentes en las facilidades y/o plataformas, en donde serán tratados y dispuestos de acuerdo con las autorizaciones y permisos otorgados para el Área de Desarrollo VSM-37. Los residuos sólidos generados durante la etapa de desmantelamiento serán clasificados y almacenados temporalmente según la naturaleza de estos, y dispuestos de manera adecuada, de forma que toda el área intervenida quede totalmente limpia y lista para su restauración final. La disposición final de los residuos sólidos seguirá las directrices señaladas anteriormente.

2.2.4.8 Personal estimado

En la **Tabla 2-137** se relaciona el personal estimado para las actividades de abandono y recuperación ambiental.

Tabla 2-137, Personal estimado para la etapa de abandono y recuperación ambiental

FORMACIÓN	CARGO	CANTIDAD DE PERSONAS
Mano de obra Calificada	Ingeniero Civil	1
	Profesional HSE	1
	Profesional Social	1
	Conductor	1
	Operadores	4
	Oficial de construcción	2
	SUB TOTAL	10
Mano de obra no Calificada	Dos (2) cuadrillas de ayudantes	8
	SUBTOTAL	8
TOTAL		18

Fuente: PAREX, 2023.