

ÍNDICE GENERAL

2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
2.1	Localización	13
2.2	Características del proyecto	16
2.2.1	Infraestructura existente	30
2.2.1.1	Vías e infraestructura asociada: tipo, estado y propuesta de adecuación	30
2.2.1.2	Infraestructura petrolera existente	56
2.2.1.3	Infraestructura de servicios públicos	59
2.2.2	Estrategias de desarrollo.....	59
2.2.2.1	Vías de acceso al área y locaciones	59
2.2.2.2	Perforación de pozos	148
2.2.2.3	Trabajos en pozo.....	183
2.2.2.4	Líneas de flujo	200
2.2.2.5	Facilidades de producción	253
2.2.2.6	Tecnología Gas to Liquids - GTL.....	306
2.2.2.7	Reinyección y/o inyección	317
2.2.2.8	Sistemas de generación de energía eléctrica	324
2.2.2.9	Construcción de líneas eléctricas	330
2.2.3	Abandono y restauración final	346
2.2.3.1	Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas	346
2.2.3.2	Restauración de áreas intervenidas	348
2.2.3.3	Abandono y recuperación ambiental de áreas intervenidas por las líneas de flujo.....	349
2.2.3.4	Limpieza final.....	351
2.2.3.5	Personal estimado	351

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 1 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Unidades territoriales menores (veredas) ubicadas dentro del área de desarrollo Llanos 94.	13
Tabla 2-2: Vértices del área de desarrollo Llanos 94.	14
Tabla 2-3: Características de las estrategias de desarrollo y recursos del proyecto.	16
Tabla 2-4: Descripción de las actividades preoperativas.	22
Tabla 2-5: Descripción de las actividades transversales.	24
Tabla 2-6: Recursos naturales a solicitar para el desarrollo de las actividades del proyecto.	25
Tabla 2-7: Cronograma general de actividades proyectadas del proyecto.	26
Tabla 2-8: Clasificación de vías según su competencia y funcionalidad según el INVIAS.	30
Tabla 2-9: Vías de acceso identificadas para el área de desarrollo Llanos 94.	34
Tabla 2-10: Características y especificaciones vía V-1.	38
Tabla 2-11: Características y especificaciones vía V-2.	40
Tabla 2-12: Características y especificaciones vía V-3.	41
Tabla 2-13: Características y especificaciones vía V-4.	43
Tabla 2-14: Características y especificaciones vía V-5.	44
Tabla 2-15: Características y especificaciones vía V-6.	46
Tabla 2-16: Características y especificaciones vía V-7.	48
Tabla 2-17: Características y especificaciones vía V-8.	49
Tabla 2-18: Características y especificaciones vía V-9.	51
Tabla 2-19: Características y especificaciones vía V-10.	53
Tabla 2-20: Características y especificaciones vía V-10.	54
Tabla 2-21: Infraestructura petrolera existente al interior del área de desarrollo Llanos 94.	57
Tabla 2-22: Infraestructura petrolera existente en el AI (por fuera del área de desarrollo).	57
Tabla 2-23: Características generales de las vías de acceso en el área de desarrollo Llanos 94.	60
Tabla 2-24: Vías objeto de adecuación.	61
Tabla 2-25: Tipos de adecuación y actividades a desarrollar.	64
Tabla 2-26: Ocupaciones de cauce solicitadas para el área de desarrollo Llanos 94.	66
Tabla 2-27: Especificaciones técnicas para las vías de acceso a utilizar (nuevas y/o por adecuar).	68
Tabla 2-28: Señalización vial.	70
Tabla 2-29: Límites de desmonte para las áreas seleccionadas para las vías de acceso.	73
Tabla 2-30: Estructuras típicas y obras de drenaje necesarias para las vías de acceso a construir.	81
Tabla 2-31: Proceso constructivo de alcantarillas.	82

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 2 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Tabla 2-32: Proceso constructivo de un box culvert.	84
Tabla 2-33: Proceso constructivo de un pontón.....	87
Tabla 2-34: Proceso constructivo de descoles.....	89
Tabla 2-35: Características de las estrategias de desarrollo del área de desarrollo Llanos 94.....	95
Tabla 2-36: Especificaciones técnicas de las plataformas multipozo a construir....	97
Tabla 2-37: Áreas mínimas por cada plataforma multipozo de un área máxima de 5,0 ha.....	97
Tabla 2-38: Especificaciones técnicas para construcción de una ZODME.	118
Tabla 2-39: Especificaciones técnicas generales del helipuerto.	129
Tabla 2-40: Proceso constructivo de un helipuerto dentro de cada plataforma multipozo y facilidad central de producción.....	131
Tabla 2-41: Demanda de agua para uso doméstico en la etapa de construcción	135
Tabla 2-42: Estimado de demanda de agua para uso industrial, en la etapa de construcción.....	136
Tabla 2-43: Estimado de demanda de agua para uso doméstico, en la etapa de construcción.....	136
Tabla 2-44: Empresas autorizadas para la recolección, tratamiento y disposición de residuos líquidos.....	138
Tabla 2-45: Especificaciones técnicas para extracción de material de préstamo lateral.	139
Tabla 2-46: Volúmenes estimados de descapote.....	140
Tabla 2-47: Movimiento de tierras para la construcción de una (1) plataforma multipozo de 7,0 hectáreas (incluyendo LTT).	141
Tabla 2-48: Movimiento de tierras para la construcción de una (1) plataforma multipozo de 5,0 hectáreas.....	141
Tabla 2-49: Movimiento de tierras para la construcción de 1 km de vía.	142
Tabla 2-50: Movimiento de tierras para el mantenimiento de 1 km de vía.	142
Tabla 2-51: Fuentes de emisiones de ruido fijas y móviles.....	143
Tabla 2-52: Estimativos de mano de obra para la construcción de vías de acceso y/o plataformas.....	144
Tabla 2-53: Maquinaria necesaria para la construcción de vías de acceso y/o plataformas.	145
Tabla 2-54: Estimativos de personal para el mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso.	145
Tabla 2-55: Maquinaria necesaria para el mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso.	145
Tabla 2-56: Cronograma general de actividades constructivas para una vía de y/o plataforma, y mantenimiento de vías.....	146
Tabla 2-57: Resumen de las características generales de perforación en el área de desarrollo Llanos 94.	148
Tabla 2-58: Equipos para la perforación de pozos.....	150

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 3 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Tabla 2-59: Maquinaria y vehículos utilizados para el desarrollo de la actividad de perforación.	152
Tabla 2-60: Sistemas y procesos de perforación.	152
Tabla 2-61: Sistemas de control de sólidos y tratamiento de lodos base agua. ...	157
Tabla 2-62: Características y funciones del sistema dewatering.	159
Tabla 2-63: Distribución de los contenedores.	163
Tabla 2-64: Productos químicos usados para la elaboración de lodos base agua.	166
Tabla 2-65: Productos químicos a utilizar en caso de emergencia para la perforación de un pozo.....	167
Tabla 2-66: Sustancias e insumos a utilizar durante la perforación de un pozo. ...	167
Tabla 2-67: Volúmenes estimados de combustible a utilizar.	170
Tabla 2-68: Personal estimado requerido para la etapa de perforación.	171
Tabla 2-69: Equipo para pruebas cortas de producción.	180
Tabla 2-70: Materiales para el completamiento.	181
Tabla 2-71: Principales materiales e insumos para las pruebas cortas de producción.	181
Tabla 2-72: Principales equipos a ser instalados en las facilidades tempranas de producción por plataforma multipozo.	187
Tabla 2-73: Materiales e insumos utilizados para trabajos en pozos y su función..	194
Tabla 2-74: Mecanismos de recuperación primaria o flujo natural.	196
Tabla 2-75: Variables a monitorear en la automatización de pozos de acuerdo con el sistema de levantamiento convencional.	199
Tabla 2-76: Características generales de las alternativas a utilizar para el transporte de fluidos de producción en el área de desarrollo Llanos 94.....	200
Tabla 2-77: Especificaciones técnicas de las líneas de flujo en el área de desarrollo Llanos 94.....	201
Tabla 2-78: Proceso constructivo de la perforación dirigida.....	210
Tabla 2-79: Proceso constructivo de la excavación a cielo abierto.	211
Tabla 2-80: Volumen de agua estimado para pruebas hidrostáticas.....	239
Tabla 2-81: Equipos, insumos y materiales para la prueba hidrostática*.	243
Tabla 2-82: Caudales de agua requeridos para pruebas hidrostáticas	245
Tabla 2-83: Proceso constructivo de la perforación dirigida.....	247
Tabla 2-84: Equipos, vehículos y maquinaria típica requerida para la construcción de líneas de flujo.	248
Tabla 2-85: Cronograma general de actividades proyectadas del proyecto.	251
Tabla 2-86: Listado de equipos típicamente instalados en una facilidad LTT.....	258
Tabla 2-87: Listado de equipos típicamente instalados en una facilidad OTP.....	260
Tabla 2-88: Listado de equipos típicamente instalados para tratamiento de gas	262
Tabla 2-89: Distribución de áreas estimada para plataforma ampliada a 7 ha para Facilidad temprana de producción	265
Tabla 2-90: Distribución de áreas estimada para plataforma nueva de 7 ha para Facilidades Centrales de producción.....	267
Tabla 2-91: Equipos a instalar en las facilidades de producción.....	268

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 4 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Tabla 2-92: Movimiento de tierras y materiales estimados para la construcción de las facilidades de producción (7,0 ha).....	279
Tabla 2-93: Balance sistema de tratamiento de agua.....	282
Tabla 2-94: Condiciones típicas del agua (agua-aceite) del proceso de microburbujas.....	284
Tabla 2-95: Maquinaria y equipos típicos en la construcción y operación de las facilidades de producción.....	293
Tabla 2-96: Estimativos de personal para construcción de las facilidades de producción - FCP.....	294
Tabla 2-97: Personal requerido durante la operación de las Facilidades Centrales de producción - FCP.....	294
Tabla 2-98: Cronograma general de actividades para las facilidades de producción.....	295
Tabla 2-99: Insumos para el mantenimiento y operación de las Facilidades Centrales de producción - FCP.....	299
Tabla 2-100: Insumos utilizados para el mantenimiento y operación.....	299
Tabla 2-101: Factores de diversidad según la Power Distribution Standard Hand Book.....	301
Tabla 2-102: Demanda total de energía estimada para el área de desarrollo Llanos 94.....	302
Tabla 2-103: Productos Fischer Tropsch y su Mercado.....	315
Tabla 2-104: Comparación de las Propiedades del Diesel GTL y el Convencional.....	316
Tabla 2-105: Infraestructura mínima y su función de un (1) pozo de reinyección y/o inyección.....	320
Tabla 2-106: Características fuentes de emisión del proyecto.....	325
Tabla 2-107: Principales equipos de la unidad de optimización.....	328
Tabla 2-108: Longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar dentro del área de desarrollo Llanos 94.....	330
Tabla 2-109: Distancias de seguridad en instalaciones eléctricas.....	333
Tabla 2-110: Características técnicas para la subestación eléctrica.....	333
Tabla 2-111: Especificaciones técnicas de las líneas eléctricas para el área de desarrollo Llanos 94.....	334
Tabla 2-112: Calibres recomendados para cables desnudos.....	337
Tabla 2-113: Separación entre conductores recomendadas.....	338
Tabla 2-114: Dimensiones de ductos recomendados según nivel de tensión.....	341
Tabla 2-115: Profundidad mínima de enterramiento de redes eléctricas.....	342
Tabla 2-116: Requerimiento aproximado de mano de obra para una línea eléctrica de 15 km.....	344
Tabla 2-117: Cronograma de actividades tipo.....	345
Tabla 2-118: Actividades para el desmantelamiento para tubería superficial.....	350
Tabla 2-119: Actividades para el desmantelamiento para tubería enterrada.....	350
Tabla 2-120: Personal estimado para la etapa de abandono y recuperación ambiental.....	351

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 5 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Localización general del área de desarrollo Llanos 94.	15
Figura 2-2: Actividades y etapas a ejecutar en el área de desarrollo Llanos 94.	22
Figura 2-3: Estructura Organizacional de PAREX para el desarrollo del proyecto.	28
Figura 2-4: Estructura Organizacional HS y EQ.	29
Figura 2-5: Ruta desde la ciudad de Bogotá hasta el municipio de Puerto López.	32
Figura 2-6: Ruta desde la ciudad de Bogotá hasta el municipio de Puerto López.	32
Figura 2-7: Vías de acceso al área de desarrollo Llanos 94.	33
Figura 2-8: Visualización de vías V-1.	39
Figura 2-9: Visualización de las Vías V-2 y V-3.	42
Figura 2-10: Visualización de las Vías V-4 y V-5.	45
Figura 2-11: Visualización de las Vías V-6.	47
Figura 2-12: Visualización de las Vías V-7 y V-8.	50
Figura 2-13: Visualización de las Vías V-9.	52
Figura 2-14: Visualización de las Vías V-10 y V-11.	55
Figura 2-15: Estrategias de desarrollo: Obras civiles en el área de desarrollo Llanos 94. .	60
Figura 2-16: Corte transversal de zona de préstamo lateral.	74
Figura 2-17: Corte transversal de taludes de corte y relleno.	75
Figura 2-18: Sección transversal típica de una cuneta perimetral.	78
Figura 2-19: Vista en planta típica de un quiebrapatas.	80
Figura 2-20: Diseño típico de una alcantarilla.	83
Figura 2-21: Diseño típico de una Box coulvert (vista frontal y longitudinal).	84
Figura 2-22: Diseño típico de una batea.	85
Figura 2-23: Diseño típico de un puente / pontón.	87
Figura 2-24: Corte transversal de un gavión típico.	93
Figura 2-25: Corte transversal de muro de contención.	93
Figura 2-26: Sección transversal de un trincho lateral.	95
Figura 2-27: Diseño tipo de plataforma multipozo de 5 Ha.	98
Figura 2-28: Diseño típico de un skimmer.	105
Figura 2-29: Sección transversal de una cuneta perimetral.	106
Figura 2-30: Diseño típico de un desarenador.	109
Figura 2-31: Diseño típico de un dissipador de energía.	110
Figura 2-32: Diseño típico la placa para el taladro.	111
Figura 2-33: Diseño típico de un contrapozo cuadrado.	113
Figura 2-34: Diseño típico de un contrapozo circular.	113
Figura 2-35: Diseño típico de las piscinas de cortes y almacenamiento de agua.	116
Figura 2-36: Diseño tipo de una ZODME.	119
Figura 2-37: Diseño tipo ZODME, vista perfil.	119
Figura 2-38: Sección típica para filtro tipo francés en la base de una ZODME.	120
Figura 2-39: Trinchos para la contención del material.	120
Figura 2-40: Sección transversal de una caja de drenaje típica.	125
Figura 2-41: Helipuerto, vista en planta.	130

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 6 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Figura 2-42: Helipuerto con sus franjas de acceso. Vista en planta	130
Figura 2-43: Helipuerto con sus franjas de acceso. Vista en planta	130
Figura 2-44: Helipuerto con zonas de aproximación. Cortes A-A´ y B-B´	130
Figura 2-45: Estrategias de desarrollo: Perforación de pozos en el área de desarrollo Llanos 94.....	148
Figura 2-46: Sistema de rotación tipo.....	155
Figura 2-47: Sistema de circulación tipo.....	156
Figura 2-48: Esquema tipo del sistema para control del pozo y prevención de reventones	157
Figura 2-49: Tipos de completamiento de pozos.	172
Figura 2-50: Esquema típico completamiento a hoyo desnudo.	173
Figura 2-51: Esquema típico completamiento a hueco desnudo empacado con grava.	174
Figura 2-52: Esquema típico completamiento a hueco abierto con forro liso o camisa perforada.	175
Figura 2-53: Esquema típico completamiento con forro o tubería ranurada.	176
Figura 2-54: Esquema típico del completamiento con hoyo revestido y empaque en grava.	177
Figura 2-55: Principales elementos requeridos en el completamiento de pozos.	180
Figura 2-56: Estrategias de desarrollo trabajos en pozo para el área de desarrollo Llanos 94.....	183
Figura 2-57: Diagrama básico del proceso de las facilidades tempranas requeridas para pruebas extensas de producción.....	187
Figura 2-58: Estimulación por succión de un estrato cuya permeabilidad está obstruida.	190
Figura 2-59: Fracturamiento por inyección de fluidos con material sólido.....	191
Figura 2-60: Limpieza de arena por circulación de fluidos.....	192
Figura 2-61: Control de arena en pozos con empaque de grava.....	192
Figura 2-62: Abandono de estrato inicial A y activación de nuevo estrato B.....	193
Figura 2-63: Aislamiento de yacimiento original y exploración de nuevos estratos mediante perforación direccional.	193
Figura 2-64: Mecanismos de recuperación de hidrocarburos durante la vida productiva de un yacimiento.....	195
Figura 2-65: Mecanismos de inyección de fluidos para recuperación secundaria.....	197
Figura 2-66: Variables a monitorear con la automatización de pozos: Flujo natural (izquierda), bombeo mecánico (derecha).	198
Figura 2-67: Esquema tipo para determinación del derecho de vía para líneas de flujo.	203
Figura 2-68: Lanzamiento de lingada en cruce de cuerpo de agua.....	205
Figura 2-69: Cruce tipo de cuerpos de agua sobre marcos “H” y puente colgante en tubería enterrada.....	205
Figura 2-70: Cruce tipo de cuerpos de agua sobre marcos “H” y puente colgante en tubería sobre marcos “H”.....	206

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 7 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Figura 2-71: Aspecto de los marcos H o estructura de soporte del puente colgante utilizados en los cruces de cuerpos de agua.....	207
Figura 2-72: Cruce tipo de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida.....	208
Figura 2-73: Etapas de instalación de tubería mediante perforación horizontal dirigida.	210
Figura 2-74: Cruce subfluvial de corrientes de agua, por excavación a cielo abierto.	212
Figura 2-75: Cruce tipo de corrientes de agua, por perforación horizontal dirigida.....	212
Figura 2-76: Esquema de procedimiento de perforación dirigida.	213
Figura 2-77: Diseño tipo del cruce de una vía a cielo abierto, por una línea de flujo. ...	215
Figura 2-78: Especificaciones generales para zanja en cruce de carreteras secundarias.	218
Figura 2-79: Especificaciones para cruce de vías terciarias.	219
Figura 2-80: Especificaciones generales para el cruce con ductos existentes.	221
Figura 2-81: Distribución típica para la utilización del derecho de vía.....	229
Figura 2-82: Características típicas del tendido de tubería.....	231
Figura 2-83: Características típicas del tendido de tubería.....	235
Figura 2-84: Diagrama de flujo de procesos Facilidad Central de producción – FCP ..	254
Figura 2-85: Plataforma existente ampliada a 7 ha para Facilidad Central de producción	266
Figura 2-86: Diseño de distribución de las Facilidades Centrales de producción en una plataforma nueva de 7 ha	269
Figura 2-87: Diseño tipo de cuentas perimetrales	271
Figura 2-88: Diseño tipo de disipadores de energía.....	272
Figura 2-89: Diseño tipo de los desarenadores/trampa de grasas	273
Figura 2-90: Esquema de tratamiento por tanque de lavado.	280
Figura 2-91: Diagrama simplificado del sistema de tratamiento de agua.	282
Figura 2-92: Esquema típico del proceso flotación por microburbujas.	285
Figura 2-93: Plano diseño tipo a escala de las facilidades de producción.	292
Figura 2-94: Sistema de generación distribuida en las facilidades de producción y alimentación de las plataformas multipozo con autogeneración (un generador por plataforma multipozo).	302
Figura 2-95: Proceso para obtener Combustibles Líquidos a partir de gas Natural	306
Figura 2-96: Productos obtenidos a partir del gas de síntesis	307
Figura 2-97: Principales Etapas del Proceso Fischer-Tropsch.	310
Figura 2-98: Esquema de la generación del syngas.....	311
Figura 2-99: Esquema del Proceso de Lecho Fluidizado (Fluidized Bed Síntesis Gas-FBSG)	311
Figura 2-100: Esquema de la síntesis de Fischer-Tropsch	312
Figura 2-101: Unidad de refinación	313
Figura 2-102: Facilidades de superficie del sistema de reinyección y/o inyección.....	323
Figura 2-103: Esquema general del proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción	328
Figura 2-104: Unidad de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción.....	328

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 8 de 352
--	--	--	---------------------------------	--------------------------------------

Figura 2-105: Distancia entre líneas eléctricas al suelo según tabla 13.5 RETIE. 338

Figura 2-106: Cable semi aislado y espaciador de cable 339

Figura 2-107: Instalación de espaciadores 340

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1: PTE 1-1: Puente (V-1) sobre el río Metica.....	56
Fotografía 2-2: ALCTP 1-58: Alcantarilla triple (V-1), sobre canalización de agua.	56
Fotografía 2-3: QP 9-3-6-1: Queiebrapatas (V-9-3-6).....	56
Fotografía 2-4: PNT 7-6-4: Pontón (V-7-6) sobre caño el Encanto.	56
Fotografía 2-5: Infraestructura de la plataforma multipozo Grulla.....	57
Fotografía 2-6: Infraestructura de la plataforma multipozo Grulla.....	57
Fotografía 2-7: Ubicación pozo Indico 1X.....	58
Fotografía 2-8: Entrada pozo Indico 1X.	58
Fotografía 2-9: Ubicación de la locación Águila -1.	58
Fotografía 2-10: Entrada a la locación Águila -1.	58
Fotografía 2-11: Infraestructura de la locación Sol -1.	58
Fotografía 2-12: Infraestructura de la locación Sol -1.	58
Fotografía 2-13: Descapote de un acceso vial.	72
Fotografía 2-14: Superficies modulares portátiles.	77
*Fotografía 2-15: Nivelación de la subrasante y cuneteo.	78
Fotografía 2-16: Proceso constructivo de una alcantarilla en una vía de acceso.	82
Fotografía 2-17: Proceso constructivo de un box culvert en una vía de acceso.....	83
Fotografía 2-18: Pilotaje para cimentación y armado de puente metálico prefabricado.	88
Fotografía 2-19: Instalación de barandas sobre el puente y demarcación peatonal. ...	88
Fotografía 2-20: Puente metálico finalizado.....	89
Fotografía 2-21: Descole en saco-suelo cemento.	89
Fotografía 2-22: Descole en piedra pegado.	89
Fotografía 2-23: Revegetalización de taludes.	92
Fotografía 2-24: Muro de contención.....	94
Fotografía 2-25: Limpieza y descapote para la construcción de una plataforma multipozo.	100
Fotografía 2-26: Excavaciones y rellenos para la conformación de una plataforma multipozo.	101
Fotografía 2-27: Taludes típicos de una plataforma multipozo.	101
Fotografía 2-28: Compactación de capas de afirmado.....	102
Fotografía 2-29: Cunetas en concreto fundidas en sitio para manejo de aguas aceitosas.	104
Fotografía 2-30: Equipos ubicados sobre geomembranas con diques de contención.	104
Fotografía 2-31: Obras típicas de construcción de un skimmer.	104
Fotografía 2-32: Obras típicas de construcción de un skimmer.	106
Fotografía 2-33: Cunetas de aguas lluvias terminada en sacos rellenos suelo-cemento.	108
Fotografía 2-34: Cunetas en geomembrana para manejo de aguas lluvias.	108
Fotografía 2-35: Cunetas perimetrales prefabricadas en concreto.	108

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 10 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

Fotografía 2-36: Construcción cunetas perimetrales en concreto.....	108
Fotografía 2-37: Desarenador convencional en concreto.....	110
Fotografía 2-38: Desarenador portátil en lámina.....	110
Fotografía 2-39: Alistado para la construcción de la placa de concreto del taladro..	111
Fotografía 2-40: Obras típicas de construcción de contrapozo.....	114
Fotografía 2-41: Anclajes de concreto.....	114
Fotografía 2-42: Instalación de la geomembrana para la construcción de piscinas. ..	115
Fotografía 2-43: Instalación de barrera de sacos de suelo en el perímetro para el anclaje de la geomembrana y del dren francés.....	117
Fotografía 2-44: Tubo de 8” que sirve para evacuar el agua que por nivel freático llega a caja de bombeo.....	117
Fotografía 2-45: Superficie modular portátil – vista panorámica.....	122
Fotografía 2-46: Superficie modular portátil - instalación.....	123
Fotografía 2-47: Diques para tanques de almacenamiento.....	124
Fotografía 2-48: Diques para equipos auxiliares.....	124
Fotografía 2-49: Tanques australianos y tanques tipo frack tank.....	125
Fotografía 2-50: Caseta transportable de residuos sólidos.....	127
Fotografía 2-51: Acopios tipo fijos de residuos sólidos.....	127
Fotografía 2-52: Área de campamento de personal.....	127
Fotografía 2-53: Generador de energía eléctrica.....	128
Fotografía 2-54: Casetas de vigilancia tipo (madera y prefabricadas).....	133
Fotografía 2-55: Características típicas del equipo de perforación.....	151
Fotografía 2-56: Panorámica de un equipo de perforación.....	151
Fotografía 2-57: Generadores de potencia tipo.....	153
Fotografía 2-58: Sistema de levantamiento tipo.....	154
Fotografía 2-59: Sistema de rotación tipo.....	154
Fotografía 2-60: Unidades del sistema tipo de control de sólidos (base agua).....	158
Fotografía 2-61: Caseta o área para almacenamiento de químicos tipo.....	163
Fotografía 2-62: Laboratorio tipo para tratamiento de aguas.....	163
Fotografía 2-63: Campamentos tipo.....	164
Fotografía 2-64: Equipo Red Fox tipo.....	164
Fotografía 2-65: Tanques tipo para el manejo de fluidos de la perforación.....	165
Fotografía 2-66: Tea tipo (quemado de gas).....	165
Fotografía 2-67: Separador trifásico.....	188
Fotografía 2-68: Características de los tanques de almacenamiento.....	188
Fotografía 2-69: Proceso constructivo del cargadero de crudo.....	188
Fotografía 2-70: Características de los tanques de almacenamiento de agua.....	189
Fotografía 2-71: Equipo típico de workover.....	194
Fotografía 2-72: Equipo para sostener la tubería (Marcos “H”).....	206
Fotografía 2-73: Grúa y tendido de marcos “H”.....	206
Fotografía 2-74: Lingada de tubería en marcos “H” en cobertura de bosque de galería y/o ripario, sin la tala de vegetación durante su construcción.....	213
Fotografía 2-75: Lingada de tubería en marcos “H” en cobertura de vegetación secundaria, sin la tala de vegetación durante su construcción.....	213

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 11 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

Fotografía 2-76: Cruce de vía tipo por la construcción de una línea de flujo.	214
Fotografía 2-77: Transporte de tubería hasta el derecho de vía.	231
Fotografía 2-78: Tendido de tubería a lo largo del derecho de vía.	231
Fotografía 2-79: Tendido típico de una línea de flujo.	232
Fotografía 2-80: Doblado y soldadura de juntas.	232
Fotografía 2-81: Soldadura de juntas.	233
Fotografía 2-82: Prueba radiográfica, toma de placas.	234
Fotografía 2-83: Prueba de ultrasonido.	234
Fotografía 2-84: Vereda del revestimiento de la tubería. Detección de puntos de falla.	235
Fotografía 2-85: Vereda del revestimiento de la tubería. Detección de puntos de falla.	236
Fotografía 2-86: Registro típico de una prueba hidrostática.	238
Fotografía 2-87: Separador trifásico horizontal.	274
Fotografía 2-88: Tanque de almacenamiento en dique confinado.	274
Fotografía 2-89: Tea de quemado.	275
Fotografía 2-90: Cargadero de crudo.	276
Fotografía 2-91: Laboratorio de fluidos.	276
Fotografía 2-92: Sistema de generación dual de energía.	303
Fotografía 2-93: Separador master y separador de prueba.	303
Fotografía 2-94: Intercambiador y Aero-enfriador.	304
Fotografía 2-95: Scrubber.	304
Fotografía 2-96: Scrubber filtro y pulmón.	304
Fotografía 2-97: Registrador Barton.	305
Fotografía 2-98: Generador a gas.	305
Fotografía 2-99: Infraestructura mínima para 1 pozo de reinyección y/o inyección.	321

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 12 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo del EIA para la obtención de la Licencia Ambiental Global del área de desarrollo Llanos 94, **PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD. SUCURSAL** (en adelante **Parex**), presenta una descripción detallada de las características técnicas del proyecto, así como, las tecnologías que se emplearán durante la ejecución de las diferentes actividades en la fase de explotación del área. De igual manera, se describen las características y estado actual de la infraestructura existente y su proyección para la migración o acogimiento de estas en la fase de desarrollo, así como la implementación de nuevas infraestructuras, requerimientos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos típicos necesarios para la ejecución de cada una de las actividades planificadas. La totalidad de la información georreferenciada citada en el presente capítulo tiene Proyección Cartográfica Datum MAGNA SIRGAS - Origen CTM 12.

El marco de referencia para la elaboración de la descripción del proyecto fueron los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Explotación de Hidrocarburos, HI-TER-1-03, expedidos en el año 2010 por el entonces MAVDT hoy MADS (aprobados bajo la **Resolución 1543 del 06 de agosto de 2010** de dicha entidad); la metodología general para la presentación de estudios ambientales (**Resolución 1402 del 25 de julio de 2018** del MADS); el **Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015** emitido por el MADS; los documentos de referencia del MADS (Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros) y las directrices de **Parex**.

2.1 Localización

El área para la obtención de la Licencia Ambiental Global (área de desarrollo Llanos 94) cubre un total de 16 unidades territoriales menores (inspecciones y/o veredas) pertenecientes a los municipios de Cumaral, Cabuyaro y Puerto López en el departamento del Meta, estas unidades territoriales corresponden también a las pertenecientes al área de influencia (AI) (**Tabla 2-1, Figura 2-1 y Anexo. Cartografía**).

Tabla 2-1: Unidades territoriales menores (veredas) ubicadas dentro del área de desarrollo Llanos 94.

UNIDAD TERRITORIAL MAYOR (MUNICIPIO)	UNIDADES TERRITORIALES MENORES (INSPECCIONES Y/O VEREDAS)
CUMARAL	Montebello
CABUYARO	San Pedro
	Yarico
	El Vergel
	San Isidro
PUERTO LÓPEZ	Pachaquiario

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 13 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



UNIDAD TERRITORIAL MAYOR (MUNICIPIO)	UNIDADES TERRITORIALES MENORES (INSPECCIONES Y/O VEREDAS)
	San Pablo
	Puerto Porfía
	La Balsa
	San Luis de Río Negro
	Brisas del Guatiquía
	Guichiral
	Bocas del Guayuriba
	El Tigre
	El Porvenir
	Humea

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

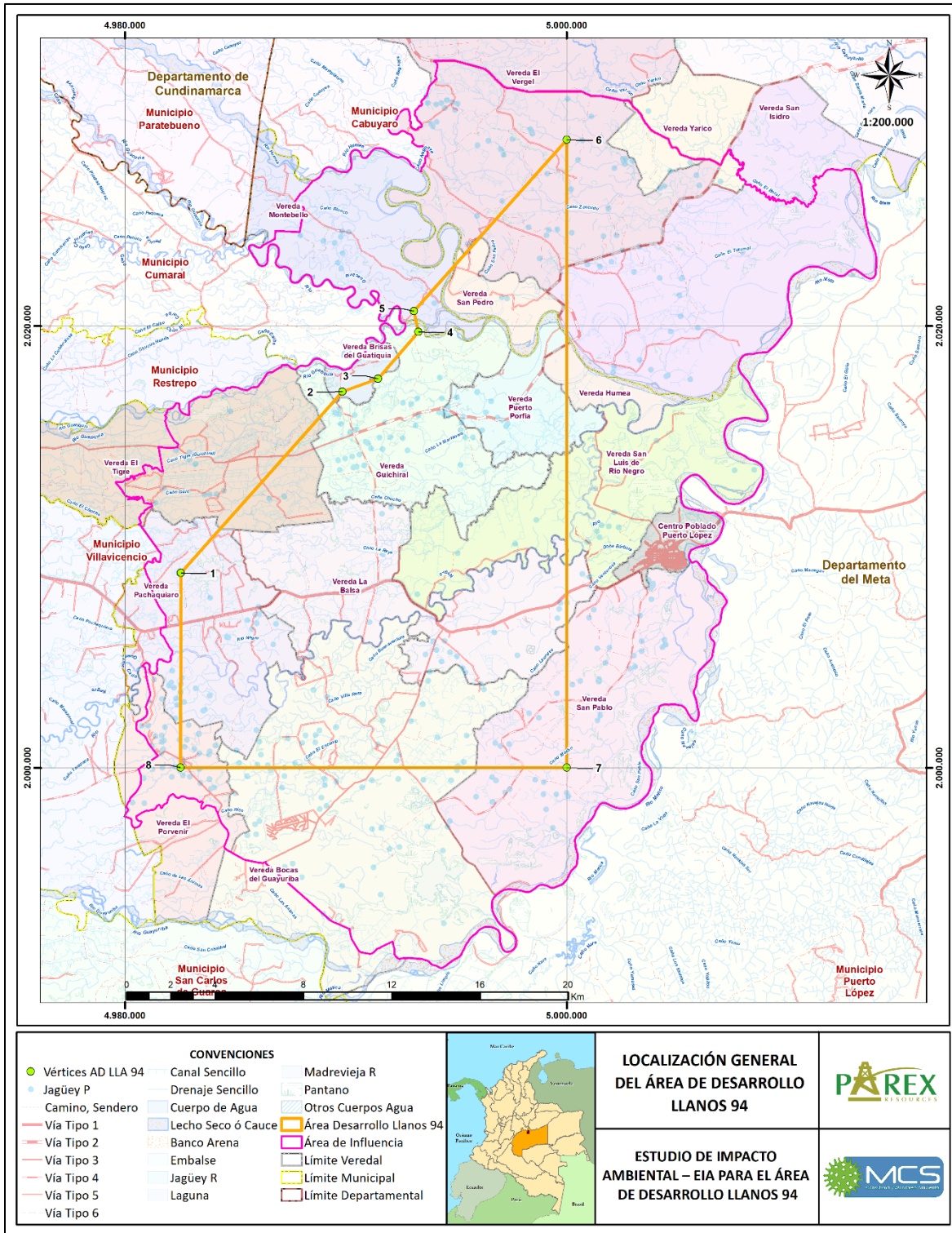
El polígono del área objeto de la Licencia Ambiental Global abarca un total de 32253,645 ha, y está delimitado a partir de ocho (8) vértices cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 2-2** y **Figura 2-1**. El proyecto está bajo jurisdicción de los municipios de Cumaral, Cabuyaro y Puerto López (departamento del Meta), y la Corporación para el desarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA), es la autoridad ambiental que ejerce jurisdicción en el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-2: Vértices del área de desarrollo Llanos 94.

ID	MAGNA SIRGAS - ORIGEN CTM-12	
	ESTE	NORTE
1	4982519,77	2008819,79
2	4989837,08	2017029,92
3	4991445,70	2017612,89
4	4993274,51	2019733,79
5	4993079,81	2020668,30
6	4999998,87	2028431,58
7	5000000	2000000
8	4982510,20	2000004,57
Área total: 32253,645 ha		

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 14 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-1: Localización general del área de desarrollo Llanos 94.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 15 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

2.2 Características del proyecto

La **Tabla 2-3** presenta una síntesis de las características técnicas generales del proyecto “área de desarrollo Llanos 94”.

Tabla 2-3: Características de las estrategias de desarrollo y recursos del proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN			
Duración del proyecto	Etapas de operación: 20 años.			
Costos del proyecto	Costo total del proyecto: \$ 44.351.531.580 COP (Cuarenta y cuatro mil trescientos cincuenta y un millones quinientos treinta y un mil quinientos ochenta pesos). Costo de operación anual: \$ 2.217.576.579 COP (Dos mil doscientos diecisiete millones quinientos setenta y seis mil quinientos setenta y nueve pesos).			
Estimados de producción proyectados	Total volumen 45000 BFPD (10000 BOPD + 35000 BWPD) y 10000 MSCFD.			
Plataformas multipozo nuevas	Ubicación: De acuerdo con resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto.			
	Cantidad: 15 plataformas multipozo con hasta siete (7) pozos por locación, dos (2) de los cuales pueden ser inyectores.			
	Área: 5,0 Ha incluyendo zona de testing.			
	Área de zonas de préstamo lateral: 1,0 ha.			
	Área de ZODME para manejo de cortes de perforación: 0,6 ha.			
	Altura máxima de terraplén para las plataformas multipozo: 2,0 m			
	Cantidad de pozos de desarrollo a perforar por plataforma multipozo: hasta siete (7) pozos por locación.			
	Cantidad de pozos inyectores y/o reinyectores por plataforma multipozo: dos (2) pozos inyectores, que pueden ser cualquiera de los siete (7) contemplados por locación.			
	Cantidad de pozos para captación de agua subterránea: puede ubicarse uno (1) de los seis (6) pozos solicitados para captación, en cualquiera de las plataformas multipozo nuevas, proyectadas y/o existentes.			
	Cantidad de piscinas por plataforma: hasta cinco (5) piscinas, con capacidad de 2500 Bls por c/u.			
	Profundidad máxima de perforación: hasta 12000' TDV.			
	Para la perforación, se solicitara la autorización de uso de lodos base agua, aceite y/o sintéticos.			
Infraestructura existente y/o proyectada, que se encuentra autorizada en el Bloque Exploratorio CPO4 (Licencia Ambiental: Resolución 0 del 18 de abril de 2011)	Plataformas multipozo existentes en el Bloque Exploratorio CPO-4:			
	Locación del pozo Grulla – 1:			
	Ubicación: Puerto López, Meta.			
	Estado actual del pozo (Agosto de 2021): En abandono.			
	Área actual de la plataforma: 5,00 ha.			
	Área de la plataforma a adecuar (ampliar): Hasta 7,0 ha.			
	Área contigua a construir: Hasta 7,0 ha.			
	Altura máxima del terraplén para la plataforma a adecuar: 2,0 m.			
	Cantidad de pozos a perforar: Hasta siete (7) pozos, donde actualmente ya se perforó 1 (Grulla – 1).			
	Profundidad máxima de perforación: 12000' TDV.			
Cantidad de pozos inyectores y/o reinyectores: Dos (2).				
Locación de la plataforma multipozo Humea (proyectada):				
Ubicación: Cumaral, Meta.				
Estado actual del pozo (Agosto de 2021): En proyección de obras civiles.				
Área actual de la plataforma: 5,00 ha.				
Área de la plataforma a adecuar (ampliar): Hasta 7,0 ha.				
Área contigua a construir: Hasta 7,0 ha.				
Altura máxima del terraplén para la plataforma a adecuar: 2,0 m.				
Cantidad de pozos a perforar: Hasta siete (7) pozos.				
ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 16 de 352



ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	<p>Profundidad máxima de perforación: 12000' TDV. Cantidad de pozos inyectoros y/o reinyectores: Dos (2). Cantidad de pozos para captación de aguas subterráneas: Uno (1) - existente Locación de la plataforma multipozo Coimbra (proyectada):</p> <p>Ubicación: Cabuyaro, Meta. Estado actual del pozo (Agosto de 2021): En proyección de obras civiles. Área actual de la plataforma: 5,00 ha. Área de la plataforma a adecuar (ampliar): Hasta 7,0 ha. Área contigua a construir: Hasta 7,0 ha. Altura máxima del terraplén para la plataforma a adecuar: 2,0 m. Cantidad de pozos a perforar: Hasta siete (7) pozos. Profundidad máxima de perforación: 12000' TDV. Cantidad de pozos inyectoros y/o reinyectores: Dos (2).</p> <p>Cantidad de pozos para captación de agua subterránea: puede ubicarse uno (1) de los seis (6) pozos solicitados para captación, en cualquiera de las plataformas multipozo proyectadas y/o existentes.</p>
<p>Cantidad de pozos (de desarrollo y/o exploratorios, inyectoros o reinyectores y de aguas subterráneas)</p>	<p>El total de pozos a perforar dentro del área de desarrollo Llanos 94 es de 153 pozos distribuidos de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en plataformas multipozo nuevas: Siete (7) pozos por cada una de las 15 plataformas nuevas (total 105). - Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en plataformas multipozo existentes: Hasta Llegar máximo a siete (7) (total 21). - Numero de pozos exploratorios y/o de desarrollo en cada facilidad central de producción: Siete (7) pozos por cada uno de los tres (3) OTP (Total 21). - Número total de pozos reinyectores y/o inyectoros: 42 (incluidos en los pozos exploratorios y/o de desarrollo), discriminados así: <ul style="list-style-type: none"> o Dos (2) por cada plataforma multipozo nueva (total 30). o Dos (2) por cada pozo existente y/o fuera de operación (total 6). o Dos (2) por cada facilidad central de producción de producción (total seis (6)). - Número total de pozos de agua subterránea: Se perforarán hasta seis (6) pozos para la captación de aguas subterráneas, ubicados según zonificación en cualquiera de las plataformas multipozo nuevas, proyectadas y/o existentes, u OTP.
<p>Vías de acceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud total de vías de acceso existentes que requieren de adecuación y/o mantenimiento: 196,70 km. - Ubicación de las vías de acceso a construir: De acuerdo con los resultados de la zonificación de manejo ambiental del Proyecto. - Número de accesos propuestos: 18 (15 a las plataformas multipozo nuevas y tres (3) a las facilidades centrales de producción – OTP), con una longitud máxima de 28,0 Km, para un total de hasta 504,0 Km de vías a construir. - Longitud máxima de cada vía de acceso nueva: Hasta 28,0 km - Altura máxima de terraplén para los accesos viales a construir: 7,0 m. - Ancho máximo de intervención: 30,0 m que incluye zonas de préstamo lateral. - Zonas de préstamo lateral para las vías de acceso: Serán franjas discontinuas de aproximadamente 100,0 m de longitud, con ancho máximo de 10,0 m y profundidad máxima de 2,0 m, seguido de franjas de no intervención de 10,0 m de longitud, con el fin de permitir el paso de fauna y la comunidad de la región. La distancia mínima que se debe tener en cuenta para la ubicación de la zona de préstamo lateral será de 2,0 m contados desde el borde de la vía.
<p>Facilidades tempranas de producción LTT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: Hasta 15. - Ubicación: En las locaciones autorizadas de 5,0 Ha y de acuerdo con resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto, con un área máxima adicional de 2,0 ha. - Área máxima de intervención de las LTT: Hasta 2,0 ha, teniendo un área total de locación del 7,0 ha, si incluye las LTT. - Altura máxima de terraplén para las facilidades de producción: 2,0 m. - Manejo de fluidos: Del área de desarrollo Llanos 94 y de campos cercanos, sin sobre pasar su capacidad.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 17 de 352</p>
---	---	---	---	---



ÍTEM	DESCRIPCIÓN
<p>Facilidades de producción OTP (Facilidad definitiva)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pozos inyectores / reinyectores: Dos (2) pozos inyectores y/o reinyectores por facilidad. - Pozos profundos: Un (1) pozo profundo por facilidad. - Cantidad: Tres (3). - Ubicación: De acuerdo con resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto o en alguna de las plataformas ya construidas. - Área máxima de intervención: 7,0 ha. - Altura máxima de terraplén para las facilidades de producción: 2,0 m. - Manejo de fluidos: Del área de desarrollo Llanos 94 y de campos cercanos, sin sobre pasar su capacidad. - Pozos inyectores / reinyectores: Dos (2) pozos inyectores y/o reinyectores por facilidad. - Pozos profundos: Un (1) pozo profundo por facilidad, de los seis (6) propuestos para captación de agua subterránea. - Adicionalmente, en las OTP, se realizará procesamiento de gas, para licuefacción y comercialización de este.
<p>Transporte de fluidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativa 1: Se solicita el transporte de fluidos por carrotanques (agua-crudo-gas-emulsión) provenientes de la perforación los cuales, serán cargados desde y hasta cualquier plataforma multipozo, facilidad de producción y/o infraestructura de apoyo. Así mismo, hasta estaciones cercanas de otros campos que cuenten con la capacidad y los permisos necesarios. - Alternativa 2: Se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de líneas de flujo para el transporte de fluidos (emulsión, agua tratada o sin tratar y/o crudo) por medio de líneas de flujo de hasta de 16,0" de diámetro en tubería, para conectar las plataformas multipozo y las facilidades de producción. <p>El trazado irá preferiblemente paralelo a las vías de acceso y/o distribuidas indistintamente al interior del área global, en marcos H y/o enterradas, o a campo traviesa, siempre y cuando estén sujetas a la zonificación de manejo ambiental o paralela a vías por el derecho de vía de hasta 7,0 m.</p> <p>Conexión a oleoductos o gasoductos cercanos al Proyecto, que se encuentren dentro del área de influencia del mismo, previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales de los dueños de las mencionadas estructuras (diámetro menor a 16").</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro máximo: 16,0". - Número de líneas de flujo por conexión: 20 líneas de hasta 28,0 km. - Ubicación: De acuerdo con resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto. - Sistema de instalación: Enterradas y/o sobre marcos "H" o sobre sacosuelos, paralelas a las vías de acceso y/o a campo traviesa. - Ancho máximo para Derecho de Vía (DDV): 20,0 m a campo traviesa, o de hasta 7,0 m si son paralelas a las vías de accesos del Proyecto. - Tipos de fluido a transportar: Crudo / Agua / Gas. - Sistema de cruces de drenajes: A cielo abierto, marcos "H", puente colgante o perforación dirigida (Cruces subfluviales). - Sistema de cruces de vías, caminos, etc.: Cruces por perforación dirigida, así como, por cruces superficiales a zanja abierta. - Sistema de cruce de ecosistemas sensibles: Sistema de Cruces por perforación dirigida para bosques de galería, ecosistemas sensibles y cuerpos de agua lénticos, respetando las rondas de protección.
<p>Implementación De La Tecnología GTL (Gas To Liquid)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>Sistemas de generación y distribución de energía eléctrica</p>	<p>Se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de autogeneración de energía (DIESEL, GLP y Fuel Oil, Gas Natural, entre otros) y hasta 588,0 km de líneas eléctricas aéreas o subterráneas de tensión máxima de 34,5 kV, para interconectar las 15 plataformas multipozo nuevas, las tres (3) plataformas multipozo existentes y/o proyectadas (Coimbra, Grulla y Humea) y las tres (3)</p>

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 18 de 352</p>
---	---	---	---	---

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	<p>facilidades de producción, además de las líneas eléctricas aéreas y/o enterradas en distintos niveles de tensión (Baja, media y alta) de acuerdo con las necesidades particulares que se presenten, con un DDV de hasta 15,0 m paralelos a las vías, o de 20,0 m si son a campo traviesa, con una longitud máxima de hasta 28,0 km cada una.</p> <p>Contará con área para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subestación eléctrica por cada OTP, plataforma multipozo existente, proyectada y/o nueva. • Centros de maniobra por cada OTP, plataforma multipozo existente, proyectada y/o nueva. • Generadores por cada OTP, plataforma multipozo existente, proyectada y/o nueva. • Torres • Centros de control de motores y equipos de superficie o levantamiento artificial • Postes tanto para el suministro de energía eléctrica como alumbrados y sistemas de protección atmosférica. • Sistema de puesta y mallas a tierra • Otros necesarios que requieran el uso de energía eléctrica. <p>El detalle y la ubicación se presentarán en los debidos PMA específicos, y su localización se realizará conforme a la zonificación de manejo ambiental del Proyecto.</p>
Concesión de agua superficial	Se solicita permiso de concesión de agua superficial para 11 puntos de captación, con un caudal de 7,0 l/s.
Exploración y concesión de agua subterránea	Se solicita permiso de exploración y concesión para la explotación de agua subterránea por medio de la perforación de hasta seis (6) pozos profundos, a ubicarse en cualquiera de las OTP o plataformas multipozo nuevas, existentes y/o proyectadas.
Compra de agua	Se solicita permiso para la compra de agua de uso doméstico e industrial con terceros autorizados.
Reúso de agua residual	Se solicita permiso de reúso de agua residual doméstica y no doméstica tratada mediante riego sobre las vías, sistemas de redes contraincendios e intercambio de calor en sistemas de aprovechamiento calorífico a utilizar por el proyecto según la Resolución 1207 de 2014.
Ocupaciones de cauce	<p>Se solicita permiso para ocupaciones de cauce para cruces de vías proyectadas y/o vías existentes y cruces aéreos de líneas de flujo con una franja de movilidad de 100 m cuando la instalación de los marcos H se realice dentro de la ronda de protección de los cuerpos de agua.</p> <p>De igual forma, se propone la alternativa de Perforación Horizontal Dirigida (PHD) para realizar la instalación de la tubería de manera subterránea sin afectar las condiciones del lecho del cauce, evitando así las aperturas de las zanjas en estos cruces.</p>
Residuos líquidos	<p>Gestionar con terceros autorizados el tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas y no domésticas generadas por las diferentes actividades del proyecto.</p> <p>Entrega de terceros autorizados y recibo de terceros autorizados de fluidos provenientes de actividades industriales provenientes de los diferentes yacimientos, para el tratamiento de fluidos.</p>
Reinyección y/o inyección	Solicitar permiso para la reinyección y/o inyección de aguas residuales domésticas, no domésticas, en las formaciones Carbonera, Mirador y Guadalupe, en un volumen de 23000 bbl/día. Las actividades se desarrollarán conforme a las disposiciones y autorizaciones de la ANH- Agencia Nacional de Hidrocarburos.
Emisiones atmosféricas	Solicitar permiso de emisiones atmosféricas para las fuentes fijas del proyecto.
Aprovechamiento forestal	Solicitar permiso de aprovechamiento forestal para las áreas de intervención del proyecto (plataformas multipozo, facilidades tempranas de producción, Subestación eléctrica, ocupaciones de cauce, vías de acceso, líneas de flujo y líneas de transmisión eléctrica).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 19 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Fuentes de material	Adquirir el material de arrastre y/o cantera para la ejecución del proyecto en sitios de extracción existentes que cuenten con los respectivos permisos y licencias minero ambientales. Estabilización de rasante con Emulsión asfáltica, Suelo Cemento, biopolímeros, para control de material particulado. Reúso de material pétreo de las plataformas en proceso de abandono y desmantelamiento para la construcción de nueva plataformas y vías.
Residuos sólidos	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.
Disposición de Cortes de Perforación	Se solicita autorización para disposición de cortes de perforación en 21 zonas de "ZODME", uno por cada plataforma proyectada, existente y/o nueva, o OTP. Habilitar el reúso de los cortes de perforación luego de su estabilización como productos o subproductos para obras en la operación.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

De acuerdo con las proyecciones de explotación y producción; el objetivo del desarrollo del proyecto es la producción de 45000 BFPD (10000 BOPD + 35000 BWPD) y 10000 MSCFD, en un período de 20 años, mediante el mantenimiento de la curva básica de explotación; para lo cual se proyecta la perforación de pozos, conforme a los resultados de la zonificación de manejo ambiental establecida para el proyecto, de la siguiente forma:

- **Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en plataformas multipozo nuevas:** Una distribución de siete (7) pozos por cada una de las 15 plataformas multipozo, para un total de 105 pozos.
- **Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en plataformas multipozo existentes:** hasta siete (7) por plataforma, para los cuales se incluyen los ya perforados, para un total de 14 pozos, incluyendo los ya perforados.
- **Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en cada facilidad central de producción:** Siete (7) pozos por cada uno de los tres (3) OTP (Total 21).
- **Número total de pozos reinyectores y/o inyectores:** 42 pozos inyectores y/o reinyectores, incluidos en los exploratorios y/o de desarrollo, discriminados así:
 - o Dos (2) por cada plataforma multipozo nueva (total 30)
 - o Dos (2) por cada pozo existente y/o fuera de operación (total 6).
 - o Dos (2) por cada facilidad central de producción (total 6).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 20 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

- **Número total de pozos de agua subterránea nuevos:** seis (6) pozos de aguas subterráneas, ubicados en cualquiera de las OTP o de las plataformas multipozo nuevas, proyectadas y/o existentes al interior del área de desarrollo Llanos 94, conforme a los resultados de la zonificación de manejo ambiental establecida para el proyecto.

Adicionalmente, dentro del área de desarrollo Llanos 94, se ubicarán de manera estratégica y puntual tres (3) facilidades centrales de producción (OTP), las cuales tendrán un área máxima de 7,0 ha cada una, localizadas conforme a los resultados de la zonificación de manejo ambiental establecida para el Proyecto o pueden ser instaladas en alguna de las plataformas autorizadas sin exceder el área de 7 ha, y que incluye mínimo: área de producción definitiva, recibo y depósito de hasta 0,42 ha, área de Well testing de 0,15 ha, campamentos de 0,2 ha, una (1) ZODME de 0,6 ha, una (1) zona de préstamo de 1,4 ha, un (1) parqueadero de hasta 0,02, un (1) helipuerto de hasta 0,065 ha y hasta 4,00 ha como área de operaciones y zonas libres.

Por otro lado, el proyecto requiere la captación en un caudal máximo de 7,0 l/s, para uso doméstico e industrial durante el desarrollo de las actividades, la cual se solicita sobre 11 puntos de captación.

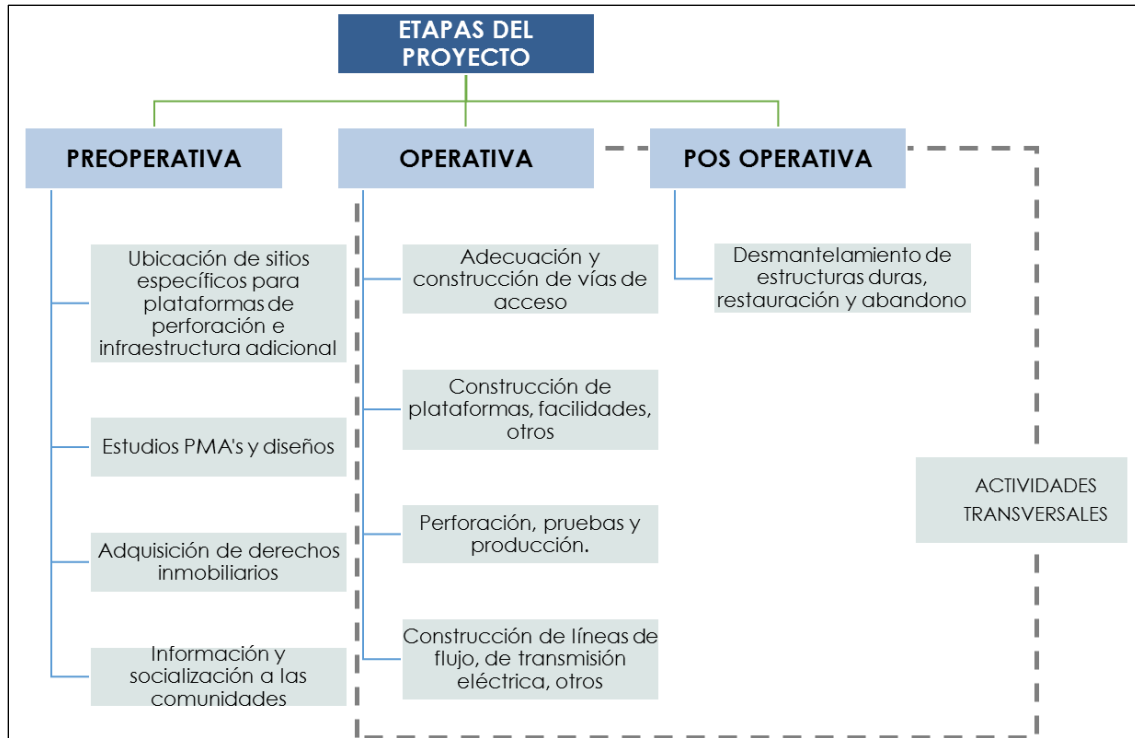
Se proyecta la adecuación y/o mantenimiento de la infraestructura vial existente, y la construcción de nuevos accesos hacia las plataformas multipozo, las facilidades centrales de producción y franjas de captación solicitadas. Para la conducción de los fluidos de producción de los pozos se proyecta la construcción de líneas de flujo de máximo 16" de diámetro.

La ubicación definitiva para las vías de acceso, las plataformas multipozo, las facilidades centrales de producción y las líneas de flujo, se realizará con base a los resultados de la zonificación de manejo ambiental establecida para el proyecto.

- **Características y actividades en las diferentes etapas del proyecto**

Las actividades en el área de desarrollo Llanos 94, está comprendida por las fases y/o etapas que se presentan en la **Figura 2-2**.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 21 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-2: Actividades y etapas a ejecutar en el área de desarrollo Llanos 94.

✓ **Etapas pre-operativa**

Hace referencia a las actividades iniciales del proyecto, donde se incluyen: Estudios, diseños, presentación de información y socialización a la comunidad, negociación de predios y pago de servidumbres, adquisición de derechos inmobiliarios, y, por último, la topografía y replanteo de las áreas a intervenir. A continuación se describen brevemente las actividades

Tabla 2-4: Descripción de las actividades preoperativas.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Información a las juntas de acción comunal, comunidades y autoridades del AI del Proyecto	Corresponde a los lineamientos de participación y/o espacios informativos con las unidades territoriales en las que se ubiquen los proyectos puntuales a desarrollar, y que constituirán el área de intervención puntual en cada caso.
Gestión institucional y comunitaria	Esta actividad se desarrolla entre la operadora y contratistas con el fin de evaluar la oferta de bienes y servicios y/o mano de obra local, de acuerdo con las necesidades de los proyectos puntuales.
Negociación de predios y servidumbres y adquisición de derechos inmobiliarios	Gestión de la operadora con los propietarios de los predios sobre los cuales se ubiquen los proyectos puntuales, con el fin de obtener las autorizaciones necesarias y acordar las figuras y formas de retribución por parte de la operadora; esta actividad se desarrolla desde el área legal de Parex .

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 22 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

✓ **Etapas operativas**

Pertenece al grupo de actividades que tiene como función la construcción de la infraestructura necesaria para el emplazamiento de los equipos y maquinarias, así como la adecuación y migración de la infraestructura existente, necesarias para la perforación y producción de pozos. A continuación, se presenta una breve descripción de las actividades que se ejecutan en esta etapa:

- **Obras civiles:** Incluye la ejecución de todas las obras de adecuación y construcción de la infraestructura e instalaciones requeridas para la realización de las actividades del área de desarrollo Llanos 94, tales como: Construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías de acceso, construcción de plataformas multipozo, de las facilidades de producción, tendido de líneas de flujo, entre otras.
- **Perforación y pruebas de producción:** Consiste en la perforación de pozos que permitan delimitar el yacimiento y obtener la mayor cantidad de hidrocarburo que técnicamente sea posible, incrementando los niveles de producción del área de evaluación; para lo cual se podrá estimar los volúmenes reales de reservas existentes en el área de desarrollo Llanos 94.
- **Líneas de flujo:** Comprende la ejecución de todas las obras que involucran la construcción, mantenimiento, adecuación y/o reposición de líneas de flujo, para el transporte de los fluidos (crudo, gas y/o agua), las cuales interconectarán cada una de las plataformas multipozo entre sí y a estas con las facilidades de producción.
- **Líneas eléctricas:** Comprende la ejecución de todas las obras que involucran la construcción, mantenimiento, adecuación y/o reposición de sistemas de autogeneración de energía y líneas eléctricas aéreas o subterráneas para interconectar las plataformas multipozo y facilidades de producción, de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Con la construcción de líneas de flujo se busca concentrar los fluidos producidos, en donde se realizará su separación, tratamiento y posterior transporte del crudo mediante el uso de carrotanques hasta la estación de recibo que **PAREX** defina como destino final. Las especificaciones y características típicas de las obras de construcción, mantenimiento, adecuación y reposición de las líneas de flujo serán presentadas en apartes subsiguientes de este capítulo.

Como parte de las actividades operativas, también se encuentran las asociadas a la producción de los pozos dentro del área de desarrollo Llanos 94, las cuales son:

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 23 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

- **Producción:** Etapa en la cual los pozos productores se encuentran en normal y continuo funcionamiento, así como las respectivas líneas de flujo.
- **Inyección y/o reinyección:** Etapa en la cual, el agua tratada se dispondrá en pozos diseñados y perforados con el propósito de disponer las aguas asociadas a la producción, o pueden ser pozos que hayan resultado no productores (pozos secos), durante perforación, los cuales serán reconvertidos a pozos reinyectores y/o inyectores.
- **Manejo del gas:** Corresponde a la autogeneración, inyección y/o reinyección, y comercialización del gas producido.

Las descripciones y características detalladas del proceso de reinyección e inyección, se presenta en el **Capítulo 4** del presente EIA.

✓ **Etapas post-operativa**

- **Desmantelamiento, restauración y abandono:** Esta etapa consiste en realizar la restauración y el abandono de las áreas intervenidas por las actividades desarrolladas en el área de desarrollo Llanos 94. Esto se consigue mediante la ejecución de acciones como el desmantelamiento de la infraestructura e instalaciones utilizadas, la limpieza final de las áreas, la gestión de los residuos, la revegetalización y el cierre de obligaciones sociales, entre otras.

✓ **Actividades transversales**

Consiste en las actividades relacionadas que durante la vida útil del proyecto son permanentes, como es la contratación y capacitación de personal, movilización de personal, maquinaria, equipos y materiales, adquisición de bienes y servicios; así como también, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, la cual se presenta en detalle en el **Capítulo 4** del presente EIA, y se resumen en la **Tabla 2-5** y **Tabla 2-6**.

Tabla 2-5: Descripción de las actividades transversales.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Relacionamiento y gestión con comunidades y adquisición de bienes y servicios	El proceso de relacionamiento constituye una estrategia de conocimiento y entendimiento del funcionamiento de las comunidades y la oferta de bienes y servicios que pueden adquirirse o contratarse para las actividades a realizar durante todas las etapas del Proyecto, promoviendo el crecimiento sostenible y la competitividad de los proveedores, y contribuyendo al fortalecimiento de las economías locales.
Contratación y capacitación de personal no calificado y calificado	De acuerdo con las necesidades de personal del proyecto, se ofertarán vacantes para la contratación de mano de obra local, calificada y no calificada, en las comunidades del área de influencia del proyecto, para las actividades a realizar durante la vida útil del Proyecto.
Movilización de maquinaria pesada, equipos y materiales	Corresponde al traslado de maquinaria pesada, equipos y materiales, entre los centros poblados principales y las áreas de intervención puntual definidas por zonificación y seleccionadas para el establecimiento y desarrollo de la

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 24 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	infraestructura asociada al proyecto, así como el retiro de los mismos una vez finalizan las actividades.
Movilización de personal	Corresponde al traslado de personal, entre los centros poblados principales y las áreas de intervención puntual definidas por zonificación y seleccionadas para el establecimiento y desarrollo de la infraestructura asociada al proyecto, así como el retiro de los mismos una vez finalizan las actividades.
Captación, transporte y consumo de agua superficial y subterránea	Consiste en la recolección y/o almacenamiento de agua proveniente de las fuentes o puntos autorizados por la autoridad ambiental, para el desarrollo de las diferentes actividades y estrategias planteadas, a lo largo de la vida útil del Proyecto.
Mantenimiento de vías	Conjunto de tareas de carácter preventivo que se ejecutan permanentemente en las vías y que minimizan las alteraciones o daños de estas.
Manejo y disposición de residuos líquidos domésticos y no domésticos	Proceso de aislamiento, confinamiento, traslado, entrega y/o toda actividad técnica operativa de los residuos líquidos, producto de las actividades desarrolladas a lo largo de la vida útil del Proyecto, ya sea para su aprovechamiento o su eliminación final, y garantizando la reducción de riesgos para la salud y el medio ambiente.
Manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales	Proceso de aislamiento, confinamiento, traslado, entrega y/o toda actividad técnica operativa de los residuos sólidos, producto de las actividades desarrolladas a lo largo de la vida útil del Proyecto, ya sea para su aprovechamiento o su eliminación final, y garantizando la reducción de riesgos para la salud y el medio ambiente.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Tabla 2-6: Recursos naturales a solicitar para el desarrollo de las actividades del proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Concesión de agua superficial	Se solicita permiso de concesión de agua superficial para 11 puntos de captación.
Exploración y concesión de agua subterránea	Se solicita permiso de exploración y concesión para la explotación de agua subterránea por medio de la construcción de hasta 20 pozos profundos distribuidos en las tres (3) facilidades de producción, 15 plataformas multipozo nuevas y/o dos (2) plataformas multipozo existentes.
Emisiones atmosféricas	Solicitar permiso de emisiones atmosféricas para las fuentes fijas del proyecto.
Aprovechamiento forestal	Solicitar permiso de aprovechamiento forestal para las áreas de intervención del proyecto (plataformas multipozo, facilidades tempranas de producción, Subestación eléctrica, ocupaciones de cauce, vías de acceso, líneas de flujo y líneas de transmisión eléctrica)
Fuentes de material	Adquirir el material de arrastre y/o cantera para la ejecución del proyecto en sitios de extracción existentes que cuenten con los respectivos permisos y licencias minero ambientales. Estabilización de rasante con Emulsión asfáltica, Suelo Cemento, biopolímeros, para mitigación de material particulado. Reúso de material pétreo de las plataformas en proceso de abandono y desmantelamiento para la construcción de nueva plataformas y vías.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

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

La ejecución de las actividades del proyecto “área de desarrollo Llanos 94” implicará el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales, económicos y sociales de la zona.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 25 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

En cuanto a la necesidad de recursos económicos, la totalidad de las actividades de explotación petrolera a desarrollar en el área y que son objeto del presente EIA, serán financiadas por **PAREX**.

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

Las vías de acceso existentes que serán utilizadas para el desarrollo del proyecto también hacen parte de la infraestructura social y económica de la región, que serán empleadas para el transporte de personal, materiales, maquinaria y equipos; estas serán identificadas y descritas en los apartes subsiguientes del presente capítulo.

De otro lado, como principales necesidades de tipo social para el desarrollo de las actividades en el área de desarrollo Llanos 94, se encuentra la vinculación de mano de obra. En términos generales, estos requerimientos hacen referencia a personal no calificado, cuya cantidad varía de acuerdo con la magnitud y tipo de actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto y que se especificará en otros apartes del presente capítulo, y se describen brevemente a continuación:

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

La duración de cada una de las obras a ejecutar dependerá de varios aspectos, pero principalmente del tipo de obra a desarrollar, su magnitud y la disponibilidad de recursos requeridos, tanto físicos, como humanos, tecnológicos, entre otros. Es así como actividades como el mantenimiento de pozos, el tratamiento de fluidos y la movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal, se llevarán a cabo de forma continua y/o diaria. En contraste, otras labores tales como la construcción de accesos viales, plataformas multipozo, facilidades de producción y tendido de líneas de flujo, entre otras actividades, se ejecutarán únicamente en la etapa de operativa del proyecto. Teniendo en cuenta que el proyecto se plantea desarrollar en 20 años (incluido el desmantelamiento y la restauración, que se estima en 3 años), en la **Tabla 2-7** se presenta el cronograma general de la ejecución de las diferentes actividades que contempla el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-7: Cronograma general de actividades proyectadas del proyecto.

ETAPAS	ACTIVIDAD	AÑO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PRE-OPERATIVA	Actividades preliminares																				
CONSTRUCCIÓN	Construcción y adecuación de vías de acceso																				
	Construcción de plataformas multipozo																				

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 26 de 352</p>
---	---	---	---	---

ETAPAS	ACTIVIDAD	AÑO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Perforación y completamiento.																				
	Pruebas cortas																				
	Pruebas extensas																				
	Construcción de líneas de flujo																				
	Construcción de líneas eléctricas																				
	Construcción de facilidades de producción																				
OPERACIÓN	Operación del sistema																				
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desmonte de equipos y desmantelamiento																				
	Restauración final																				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- **Costos de las actividades a desarrollar**

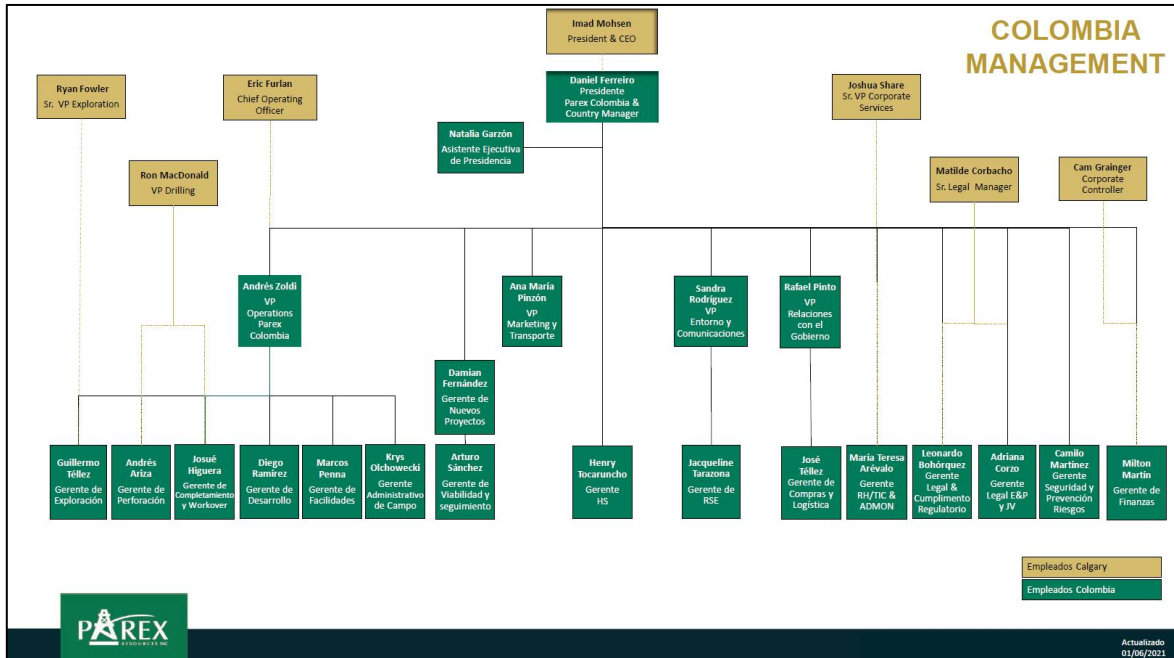
Los costos del desarrollo del proyecto dependen del tipo y magnitud de las actividades a desarrollar. Se manejan costos continuos referentes a las actividades normales de operación, es decir, aquellos relacionados con los servicios de personal fijo, transporte, comunicaciones, seguridad, mantenimiento, etc. Entre tanto, se presentan también otros costos puntuales, los cuales se refieren a actividades específicas (servicios de laboratorio, perforación de pozos, etc.). El costo total anual del proyecto se ha estimado en dos mil doscientos diecisiete millones quinientos setenta y seis mil quinientos setenta y nueve pesos (\$ 2.217.576.579 COP).

- **Estructura organizacional de PAREX**

La administración del proyecto será ejercida por un líder, 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 y de seguridad industrial estará a cargo del departamento de HS y ambiental.

PAREX cuenta con un manual HS y ambiental para contratistas, en razón a que la mayor parte de los trabajos de campo son desarrollados por terceros. En la **Figura 2-3**, se presenta la organización de **PAREX**.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 27 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-3: Estructura Organizacional de PAREX para el desarrollo del proyecto.

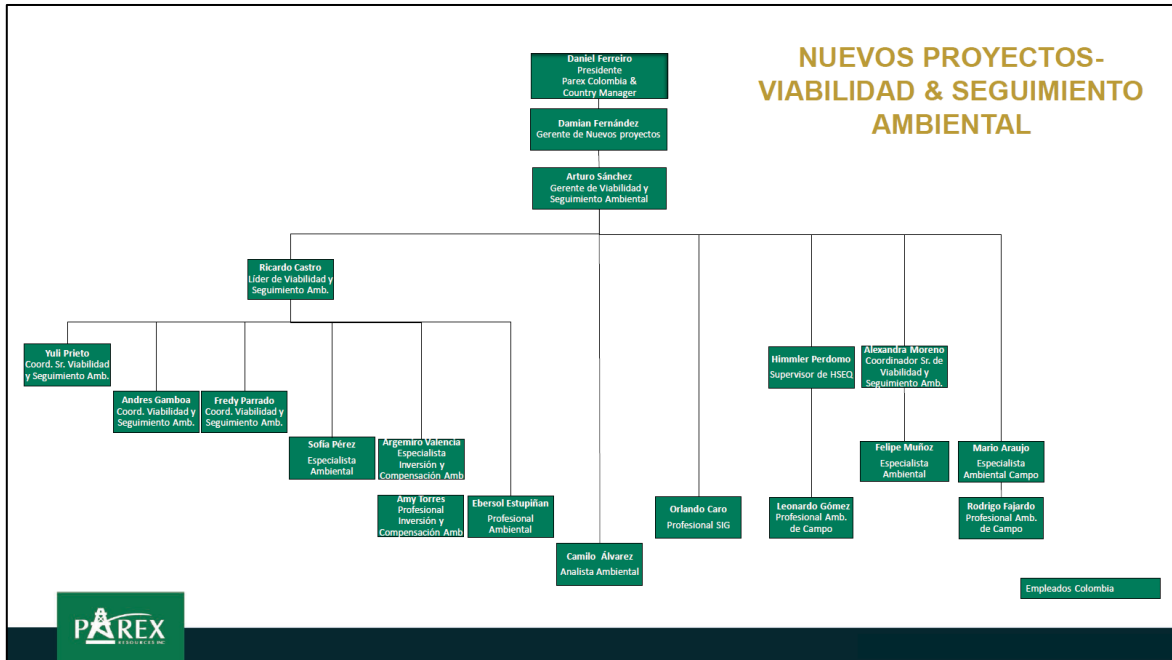
✓ **Sistema Gerencial de Gestión Ambiental**

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 HS y ambiental 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 etapa del proyecto. Está dirigido a la prevención de la contaminación, la protección del medio ambiente, la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales de todos y cada uno de los trabajadores.

Lo relacionado con el componente ambiental y de seguridad industrial estará a cargo del departamento de HS y ambiental; el cual se encuentra conformada según lo presentado en la **Figura 2-4**.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 28 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.
Figura 2-4: Estructura Organizacional HS y EQ.

✓ **Aspectos de la gestión gerencial de seguridad industrial, ambiente y salud ocupacional**

– **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 (COL-HSEQ-FT-128 Matriz de Objetivos, Metas y Programas del Sistema de 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 29 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

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 la operación.
- Cumplir con la revisión técnico mecánica del 100% de los vehículos.
- Clasificar adecuadamente el 100% de los residuos sólidos que se originen.
- Realizar el 100 % campañas encaminadas a la reducción de consumos de energía, agua y residuos dentro de las oficinas de la operación.
- Realizar 100% de los monitoreos solicitados en las licencias ambientales.

2.2.1 Infraestructura existente

En el presente numeral se describen al detalle los aspectos de la infraestructura vial identificada en el AI del área de desarrollo Llanos 94.

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

A continuación, se presenta la descripción general de la infraestructura vial existente en el área de desarrollo Llanos 94, elaborada de acuerdo con la categorización del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), según el Manual de diseño geométrico de carreteras del año 2008, y los lineamientos establecidos en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS) en el año 2010.

Para realizar la clasificación y descripción de cada una de las vías de acceso identificadas en el área de desarrollo Llanos 94, se tomó como metodología, la clasificación de vías según su competencia y funcionalidad De acuerdo con lo establecido por el INVIAS; en la **Tabla 2-8**, se presenta la clasificación de vías según su competencia y funcionalidad.

Tabla 2-8: Clasificación de vías según su competencia y funcionalidad según el INVIAS.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU COMPETENCIA	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIONALIDAD	DESCRIPCIÓN
NACIONALES-DEPARTAMENTALES	PRIMARIA (I)	Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 30 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU COMPETENCIA	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIONALIDAD	DESCRIPCIÓN
		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.
MUNICIPALES O DISTRITALES	SECUNDARIA (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 (III)	Son aquellas vías que unen los centros poblados de un municipio entre sí y/o que provienen de un centro poblado y conectan con una vía secundaria. Estas vías tienen 1 o más carriles y pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
VEREDALES	TERCIARIAS (IV)	Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.
PRIVADAS (no mencionadas dentro del manual de INVIAS)	TERCIARIAS (V)	Son aquellas vías que unen veredas con fincas o unen fincas entre sí., o son vía en servidumbre, se ven representadas por vías en material de afirmado o incluso con tramos en pavimento, los carretables, caminos de herradura o las huellas dejadas por el tránsito de vehículos y que en su mayoría pueden estar a nivel de rasante sin mejorar.
		Son senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.
		Senderos de solo circulación de personas, observándose la huella.

Fuente: INVIAS, 2008, adaptado por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

I Vías de acceso y rutas de movilización a los diversos frentes de operación.

Las rutas de acceso por vía terrestre a nivel nacional que se pueden utilizar para el desplazamiento de personal y equipos hacia el área de desarrollo Llanos 94 son las siguientes:

El área del proyecto se encuentra aproximadamente a 5,0 Km al oeste de la cabecera del municipio de Puerto López, Meta, a este último se puede llegar por vía aérea y/o terrestre, según aplique para cada caso, (personal, maquinaria, equipos y carrotaques).

Por vía aérea se toman vuelos desde la ciudad de Bogotá hasta la ciudad de Villavicencio – Meta, donde se aterriza en el aeropuerto Vanguardia, de allí se continúa el recorrido por vía terrestre en sentido este, tomando la ruta 40, hasta conectar con el municipio de Puerto López; el recorrido total desde la ciudad de Villavicencio es de 86,0 Km y toma un tiempo aproximado de 1 hora 23 minutos.

El acceso terrestre al área del proyecto se puede realizar desde Bogotá recorriendo la vía Bogotá – Villavicencio – Puerto López, por la vía nacional ruta 40. El trayecto es de 204 Km y toma alrededor de 4 horas 14 minutos completar el recorrido. La ruta mencionada, es uno de los corredores viales más importantes del país, puesto que comunica el interior del país con los llanos orientales, zona de gran importancia turística y comercial, por tal motivo cuenta con un elevado flujo de vehículos. La vía se encuentra pavimentada, con estructuras adecuadas para el manejo de los drenajes y cuenta con excelentes condiciones de transitabilidad. **(Figura 2-5 y Figura 2-6).**

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 31 de 352
---	---	---	--------------------------	--------------------------------

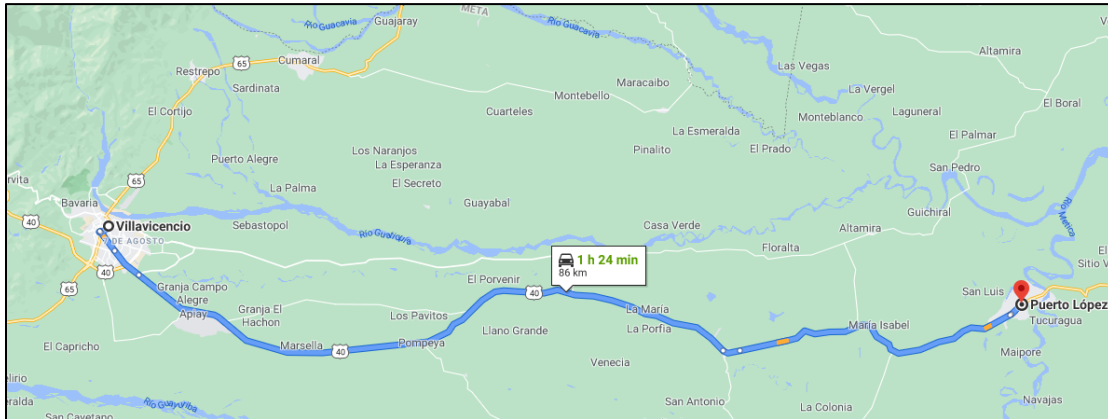


Figura 2-5: Ruta desde la ciudad de Bogotá hasta el municipio de Puerto López.

Fuente: Google. (s.f.) [Ruta Villavicencio – Puerto López, Colombia en Google maps]. Recuperado el 18 de febrero, 2021, de: <https://www.google.com/maps/dir/Villavicencio,+Meta/puerto+lopez/@4.1029793,-73.4358774,11z>

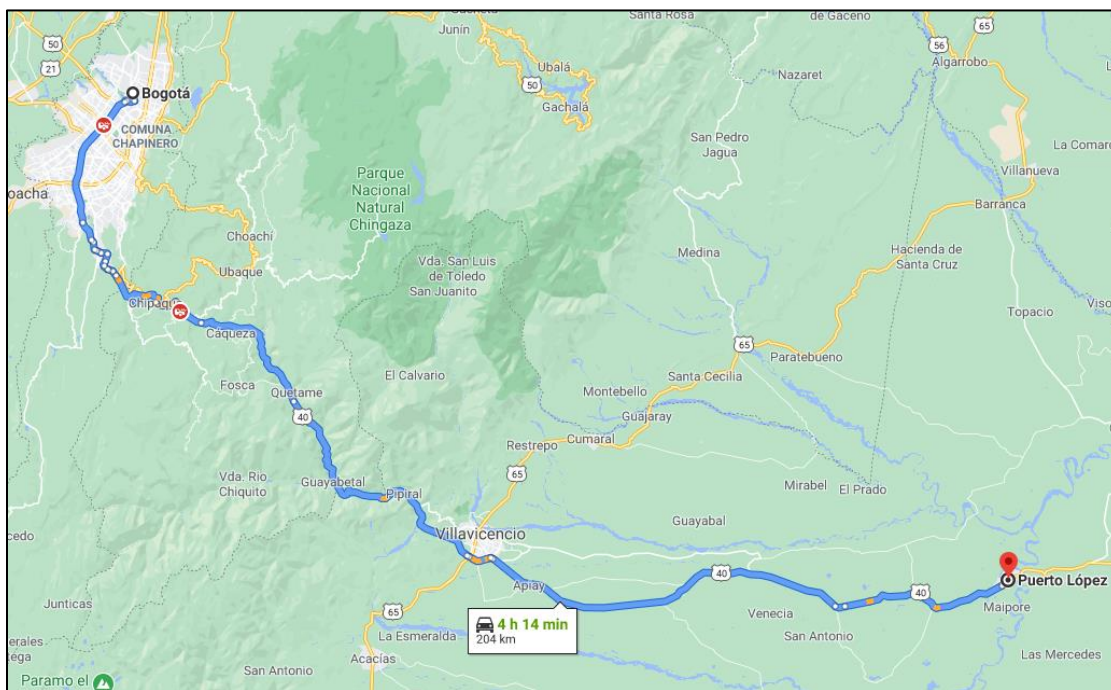
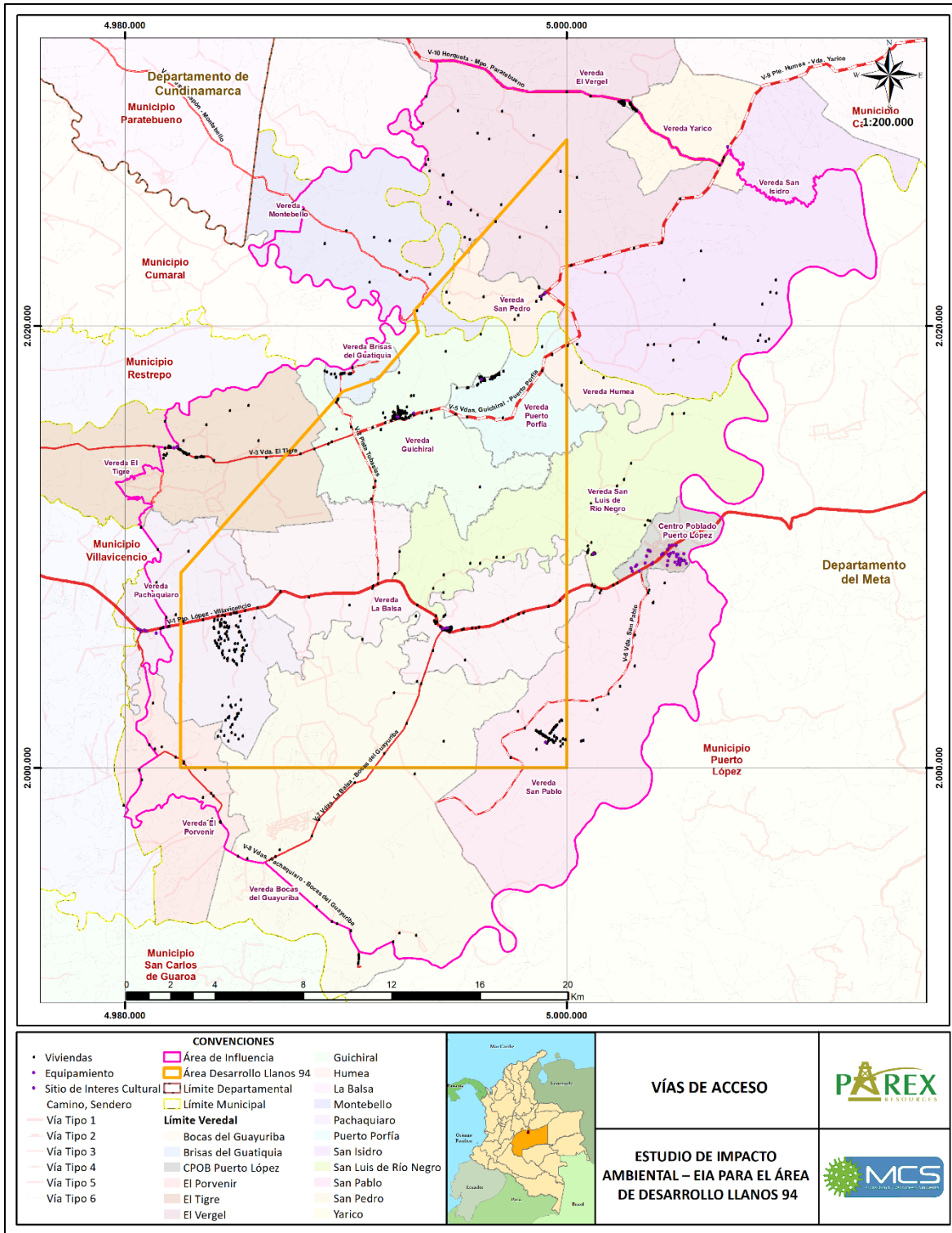


Figura 2-6: Ruta desde la ciudad de Bogotá hasta el municipio de Puerto López.

Fuente: Google. (s.f.) [Ruta Bogotá – Villavicencio – Puerto López, Colombia en Google maps]. Recuperado el 18 de febrero, 2021, de: <https://www.google.com/maps/dir/Bogot%C3%A1/puerto+lopez/@4.3839409,-73.8308581,10z>

Los corredores viales de acceso identificados para el proyecto y su clasificación se listan en **Figura 2-7** y **Tabla 2-9** y se presentan en el **Anexo. Cartografía/Mapa 1b. Vías de Acceso.**

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 32 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-7: Vías de acceso al área de desarrollo Llanos 94.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 33 de 352</p>
---	---	---	---	---

Tabla 2-9: Vías de acceso identificadas para el área de desarrollo Llanos 94.

ID	Eje Movilizador	Clasificación INVIAS	Clasificación IGAC	Longitud (Km)	Características
		INVIAS	IGAC		
V-1	Ruta Puerto López- Pachaquiario - (Villavicencio)	Primaria	Tipo 1	52,95	Calzada única de doble sentido, pavimentada
V-1-1	Vía interna Pto López	Terciaria (municipal)	Tipo 3	0,44	Ancho 5-8 m pavimentada
V-1-2	Vía interna Pto López	Terciaria (municipal)	Tipo 3	1,42	Ancho 5-8 m pavimentada
V-1-3	Vía interna Pto López	Terciaria (municipal)	Tipo 3	0,87	Ancho 5-8 m pavimentada
V-1-4	Vía interna Pto López	Terciaria (municipal)	Tipo 3	0,89	Ancho 5-8 m pavimentada
V-1-5	Vía Laguna la Venturosa	Terciaria (municipal)	Tipo 3	8,69	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-5-1	Acceso a Predios Vereda Río negro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	5,89	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-6	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,83	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-7	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	2,06	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-7-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,66	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-8	Vía de acceso Centro poblado Vda Río negro	Terciaria (veredal)	Tipo 4	3,37	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-8-1	Vía de acceso Centro poblado Vda Río negro	Terciaria (veredal)	Tipo 3	0,24	Ancho 5-8 m pavimentada
V-1-8-2	Vía de acceso Centro poblado Vda Río negro	Terciaria (veredal)	Tipo 4	0,97	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-9	Vía acceso condominio Privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,60	Ancho 2-5 m sin pavimentar, transitable en tiempo seco
V-1-9-1	Vía acceso condominio Privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,59	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-10	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,45	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-11	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,39	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-12	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,27	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-13	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,85	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-14	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	2,46	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-15	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	6,50	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-15-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,24	Ancho 2-5 m sin pavimentar, transitable en tiempo seco
V-1-15-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,64	Ancho 2-5 m sin pavimentar, transitable en tiempo seco
V-1-16	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,84	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-17	Acceso interno hacia río Negro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	2,56	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-18	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,23	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-19	Acceso interno hacia río negro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	1,34	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-20	Vía acceso predio Agualinda (Laguna)	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,18	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-20-1	Vía acceso predio Agualinda (Laguna)	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,00	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-21	Vía Acceso Predio Agualinda (Plataforma Grulla)	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,77	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-22	Vías predio la Gloria	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,81	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-22-1	Vías predio la Gloria	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,34	Ancho 2-5 m sin pavimentar, transitable en tiempo seco
V-1-23	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,21	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-24	Acceso interno hacia río Negro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	2,84	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-25	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	5,38	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-25-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,35	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-26	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	2,86	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-26-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,75	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-27	Vías de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Tipo 5	3,97	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-27-1	Vías de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,48	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-27-2	Vías de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	0,57	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-27-3	Vías de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	0,85	Ancho 5-8 m sin pavimentar

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 34 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ID	Eje Movilizador	Clasificación INVIAS	Clasificación IGAC	Longitud (Km)	Características
		INVIAS	IGAC		
V-1-27-4	Vías de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Tipo 5	0,33	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-27-5	Vía de acceso La Reforma	Terciaria (veredal)	Tipo 5	1,47	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-28	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,57	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-1-29	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,13	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-29-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,47	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-1-29-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,39	Ancho 2-5 m sin pavimentar, transitable en tiempo seco
V-1-30	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	5,28	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-2	Vía Tobasías – Vda. Brisas del Guatiquía	Secundaria	Tipo 4	12,67	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-2-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,89	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-2-1-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,02	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-2-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,85	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-2-3	Vía interna Vda. Brisas del Guatiquía	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,82	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-3	Vía acceso Vereda el Tigre	Terciaria (municipal)	Tipo 3	20,48	Ancho 5-8 m pavimentada
V-3-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,40	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	5,09	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-2-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,57	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-2-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,42	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-3	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	3,61	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-4	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	4,07	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-4-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,32	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-5	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,21	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-6	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,88	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-3-7	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,38	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-4	Vía Acceso Agrícola Los Salados	Terciaria (veredal)	Tipo 5	2,98	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-4-1	Vía Acceso Agrícola Los Salados	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,65	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-4-2	Vía Acceso Agrícola Los Salados	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,26	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5	Vía Guichiral-Pto Porfía-Humea	Terciaria (municipal)	Tipo 2	12,23	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-1	Vía interna Vda. Guichiral	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	1,76	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-1-1	Vía interna Vda. Guichiral	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	0,65	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-2	Vía acceso Río Guatiquía	Terciaria (veredal)	Tipo 6	4,36	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-2-1	Vía acceso Río Guatiquía	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	0,74	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-3	Vía Acceso Vda. Puerto Porfía	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,15	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-3-1	Vía acceso Río Guatiquía	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,24	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-3-2	Vía Interna Vda. Puerto Porfía	Terciaria (veredal)	Tipo 5	0,44	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-4	Vía Interna Vda. Puerto Porfía	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,95	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-5	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,14	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-6	Vía Interna Vda. Humea	Terciaria (veredal)	Tipo 6	4,18	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-6-1	Vía Interna Vda. Humea	Terciaria (veredal)	Camino, Sendero	1,57	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-5-7	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	4,61	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-5-8	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,40	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-5-9	Vía Acceso Río Humea	Terciaria (veredal)	Tipo 5	1,67	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6	Vía acceso Vereda San Pablo	Terciaria (municipal)	Tipo 4	18,84	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,18	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-1-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,48	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,45	Ancho 2-5 m sin pavimentar

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 35 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ID	Eje Movilizador	Clasificación INVIAS	Clasificación IGAC	Longitud (Km)	Características
		INVIAS	IGAC		
V-6-2-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,75	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-2-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,14	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-2-3	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,43	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-3	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,11	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-4	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,25	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-5	Vía Acceso Centro Poblado San Pablo	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,91	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6-5-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,48	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-5-1-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,78	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-5-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,35	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-5-3	Acceso interno Centro Poblado Vda San Pablo	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,63	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6-5-4	Acceso interno Centro Poblado Vda San Pablo	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,85	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6-6	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,82	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-7	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	2,04	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-8	Vía Acceso Río Metica	Terciaria (veredal)	Tipo 6	4,65	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-6-8-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,93	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-8-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,22	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-9	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,72	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-6-9-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,53	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7	Vía La Balsa – Bocas del Guayuriba	Terciaria (municipal)	Tipo 3	13,87	Ancho 5-8 m pavimentada y sin pavimentar
V-7-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,55	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,28	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7-3	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	2,42	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7-4	Acceso Predio El Chaparral	Terciaria (privada)	Tipo 5	3,34	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7-5	Vía Acceso Puerto Alicia (Río Metica)	Terciaria (veredal)	Tipo 5	10,42	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-7-6	Acceso Río Negro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	9,91	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-7-7	Acceso interno Mi Finca en el Llano	Terciaria (privada)	Tipo 5	8,02	Ancho 5-8 m pavimentada
V-7-7-1	Acceso interno Mi Finca en el Llano	Terciaria (privada)	Tipo 5	1,13	Ancho 5-8 m pavimentada
V-7-7-2	Acceso interno Mi Finca en el Llano	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,91	Ancho 5-8 m pavimentada
V-7-8	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	6,63	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-7-9	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 5	0,50	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-8	Vía Pachaquiario – Bocas del Guayuriba	Terciaria (municipal)	Tipo 3	21,71	Ancho 5-8 m pavimentada
V-8-1	Vía Interna Bocas del Guayuriba (Acceso a Laguna)	Terciaria (veredal)	Tipo 5	2,26	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9	Vía Puente Humea – Vda. El Yarico	Terciaria (municipal)	Tipo 2	28,35	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1	Vía interna Vereda San Isidro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	9,42	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1-1	Vía Acceso Predio Tierra Grata	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,88	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1-2	Vía Acceso Predio Tierra Grata	Terciaria (privada)	Tipo 5	6,20	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1-2-1	Vía Acceso Predio Tierra Grata	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,27	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1-3	Acceso Locación Sol ONGC	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	2,58	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-1-3-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,43	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-2	Vía Acceso Vereda San Pedro	Terciaria (veredal)	Tipo 5	4,43	Ancho 5-8 m sin pavimentar

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 36 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ID	Eje Movilizador	Clasificación INVIAS	Clasificación IGAC	Longitud (Km)	Características
		INVIAS	IGAC		
V-9-2-1	Vía Interna vereda San Pedro	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,87	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3	Vía "Los Piscos" ingreso a vereda el Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 5	8,11	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-3-1	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,32	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-2	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,78	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-3	Vía interna vereda El Vergel (Hacia Caño San Pedro)	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,60	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-4	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,65	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-5	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,89	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-6	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 5	3,95	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-6-1	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,18	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-3-7	Vía interna vereda El Vergel	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,06	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-4	Vía acceso Vereda San Isidro	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,70	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-5	Vía acceso Vereda San Isidro	Terciaria (veredal)	Tipo 6	4,49	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-6	Vía acceso Vereda San Isidro	Terciaria (veredal)	Tipo 6	4,93	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-9-7	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	4,72	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-7-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,80	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-9-8	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,95	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10	Vía La Horqueta – Mpo. Paratebueno	Terciaria (municipal)	Tipo 2	35,33	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-10-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	2,74	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,66	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-3	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	3,17	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-3-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	0,54	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4	Acceso interno Predio el paraíso	Terciaria (privada)	Tipo 5	6,61	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	3,02	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-1-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,10	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-2	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,87	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-3	Acceso Interno Cultivo Palma	Terciaria (privada)	Tipo 6	4,70	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-3-1	Acceso Interno Cultivo Palma	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,09	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-4	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	1,51	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-4-1	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Camino, Sendero	1,85	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-4-5	Acceso interno predio privado	Terciaria (privada)	Tipo 6	0,97	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-10-5	Vía Acceso Predio Pernambuco	Terciaria (privada)	Tipo 5	5,47	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-11	Desvío Japón – Inspección Montebello	Terciaria (municipal)	Tipo 5	32,36	Ancho 5-8 m sin pavimentar
V-11-1	Vía Interna Inspección Montebello	Terciaria (veredal)	Tipo 6	2,18	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-11-2	Vía Interna Inspección Montebello	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,22	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-11-3	Vía Interna Inspección Montebello	Terciaria (veredal)	Tipo 6	3,23	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-11-4	Vía Interna Inspección Montebello	Terciaria (veredal)	Tipo 6	1,15	Ancho 2-5 m sin pavimentar
V-11-5	Vía Interna Inspección Montebello	Terciaria (veredal)	Tipo 6	0,90	Ancho 2-5 m sin pavimentar

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

A continuación se describen las principales vías identificadas para el AI y área de desarrollo Llanos 94, y el detalle de cada una de las vías listadas en la **Tabla 2-9** se encuentra en el **Anexo. Vías**.

A. Vía V-1 Ruta Puerto López- Pachaquiario

La ruta Puerto López- Pachaquiario atraviesa de Este a Oeste el área del proyecto, siendo el principal corredor para acceder a la mayoría de las vías de acceso. La

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 37 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

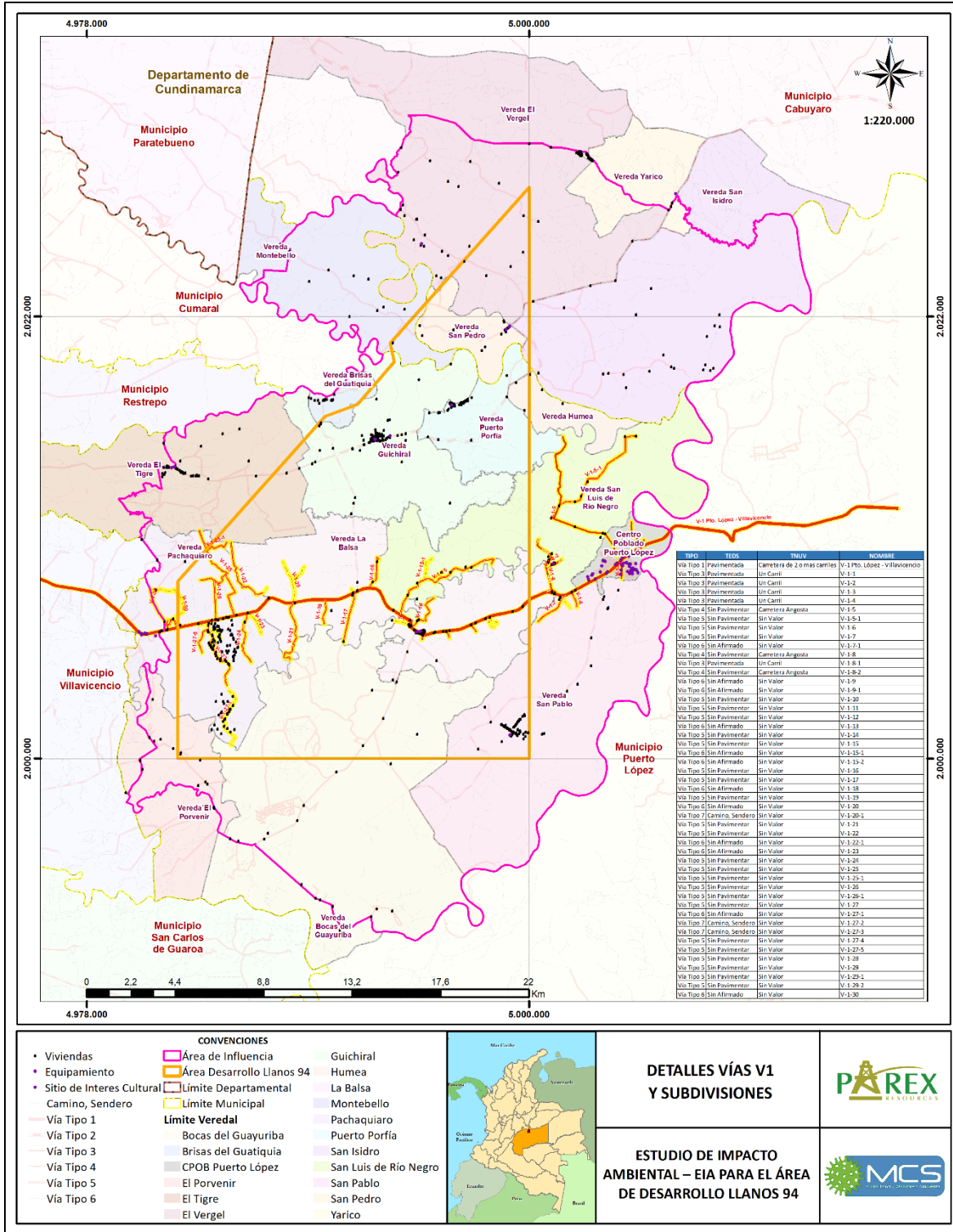
vía es una carretera de orden nacional, de calzada única de doble sentido de circulación, se encuentra pavimentada y en buenas condiciones. En la **Tabla 2-10**, se relacionan las principales características del corredor.

Tabla 2-10: Características y especificaciones vía V-1.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	25,0 Km	
Inicio y Fin	Puente del Rio Metica– Pachaquiario	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López- veredas La Balsa, Rio Negro y Pachaquiario	
Tipo de Vía	Primaria	
Especificaciones	Vía calzada única de doble sentido de circulación con ancho de 12,05 m, superficie en pavimento con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque, tracto camión de tres ejes con remolque y carro tanques	
Tipo de Terreno	Ondulado – Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Estado vía 1. E: 4992614,346; N: 2008200,602</p>	<p>Puente sobre Rio Negro. E: 4994113,933; N: 2006607,572</p>	<p>Puente de la Venturosa. E: 5001418,327; N: 2008161,636</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 38 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-8: Visualización de vías V-1.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 39 de 352</p>
---	---	---	---	---

B. Vía V-2 La Balsa – Vda. Brisas del Guatiquía

La vía La Balsa – vereda Brisas del Guatiquía sirve de acceso a la parte Noreste y Oeste del área de desarrollo Llanos 94, para esto, y teniendo como punto de partida el municipio de Puerto López, se toma la ruta a la vereda Pachaquiario en dirección Oeste hasta tomar el desvío que dirige a la vía La Balsa, desde allí se recorren aproximadamente 10,0 Km en dirección Norte, pasando por el cruce Sinaí, hasta llegar a la vereda Brisas del Guatiquía. La vía se encuentra pavimentada por tramos y se intersecta con las vías 3 y 5 (Tabla 2-11).

Tabla 2-11: Características y especificaciones vía V-2.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	10,0 Km	
Inicio y Fin	Desvió vía Tobasias – Brisa del Guatiquía	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López - veredas La Balsa y Brisa del Guatiquía	
Tipo de Vía	Secundaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 9,9 m, superficie con tramos en pavimento y en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble traque, tracto camión de tres ejes con remolque y carro tanques	
Tipo de Terreno	Ondulado – Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Tramo de vía asfaltado. E: 4990527,310; N: 2014749,269</p>	<p>Cruce Sinaí. E: 4990355,3872; N: 2015101,019</p>	<p>Tramo de vía con superficie de rodadura en afirmado. E: 4990042,999; N: 2015990,513</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 40 de 352</p>
---	---	---	---	---

C. Vía V-3 Cruce Sinaí – Vda. El Tigre

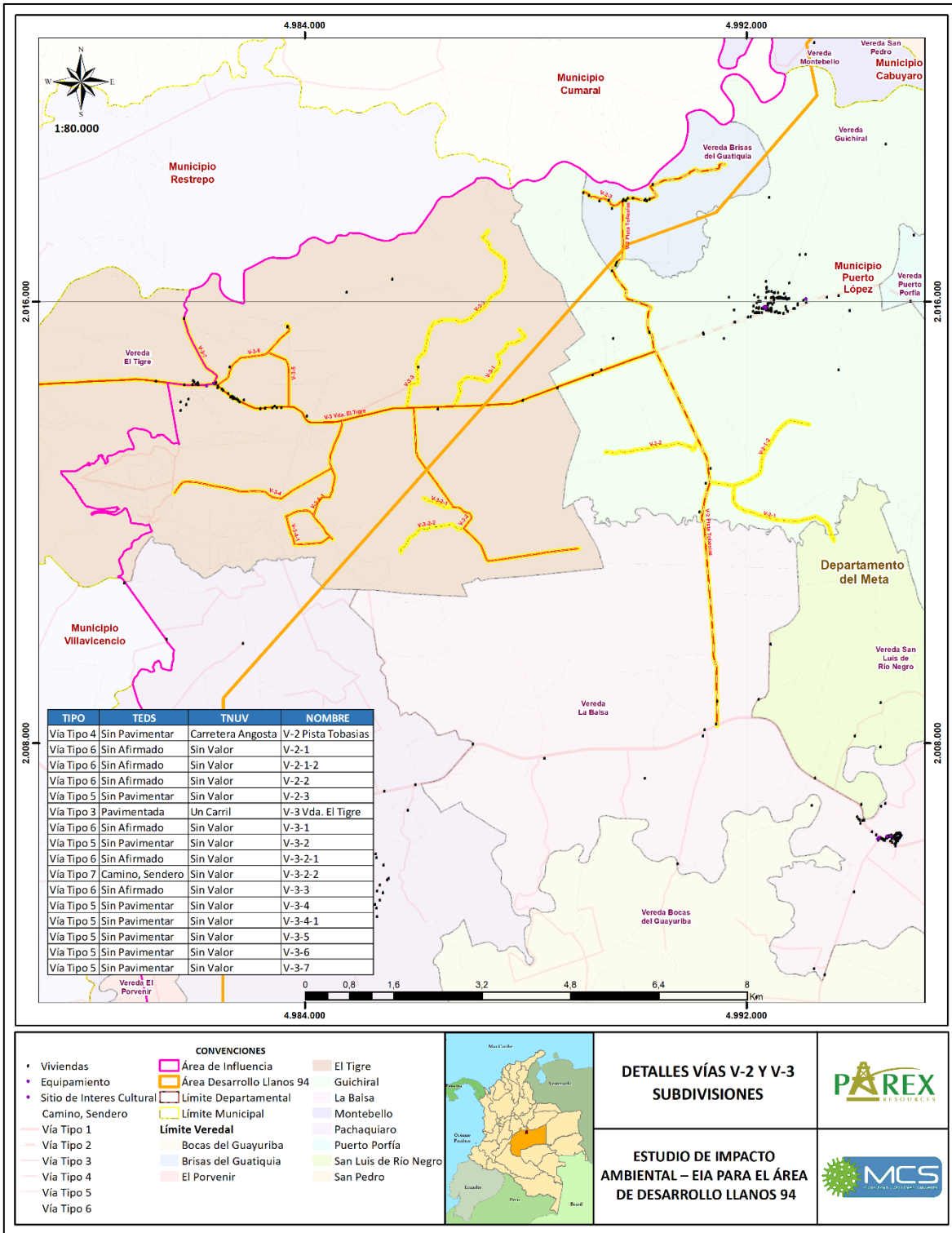
Esta vía inicia en el cruce Sinaí y en dirección Oeste se dirige a la vereda El Tigre terminando en el centro poblado. Tiene una longitud de 9,2 km y hace parte de la red secundaria, con ancho variable entre 5,5 m y 6,5 m. La vía presenta secciones pavimentadas y en afirmado, pero es transitable durante todo el año; esta vía presenta conexión con la vía 4 (Tabla 2-12).

Tabla 2-12: Características y especificaciones vía V-3.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	9,2 Km	
Inicio y Fin	Cruce Sinaí – Centro poblado El Tigre	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López - veredas Guichiral y El Tigre	
Tipo de Vía	Secundaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 6,4 m, superficie con tramos en pavimento y en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque.	
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Tramo de vía asfaltado. E: 4984489,984; N: 2013814,626</p>	<p>Tramo de vía con superficie de rodadura en afirmado. E: 4983983,356; N: 2013919,684</p>	<p>Estado de la vía 3. E: 4983027,420; N: 2014104,015</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 41 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-9: Visualización de las Vías V-2 y V-3.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 42 de 352</p>
---	---	---	---	---

D. Vía V-4 Centro poblado vereda El Tigre – Agrícola Los Salados.

Esta vía inicia en el cruce final del centro poblado de la vereda El Tigre y se dirige en dirección Sur a la agrícola Los Salados. Tiene una longitud de 2,6 km, su superficie de rodadura es en afirmado con ancho promedio de 4,9 m, transitable todo el año (Tabla 2-13).

Tabla 2-13: Características y especificaciones vía V-4.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	2,6 Km	
Inicio y Fin	Centro poblado El Tigre- Agrícola Los Salados	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López - vereda El Tigre	
Tipo de Vía	Terciaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 4,9 m, superficie de rodadura en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque.	
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Inicio vía 4. E: 4981507,571; N: 2014522.349</p>	<p>Estado de la vía 4. E: 4981721,834; N: 2013417.384</p>	<p>Vía a Agrícola los salados. E: 4981645,971; N: 2013176,159</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 43 de 352</p>
---	---	---	---	---

E. Vía V-5 Cruce Sinaí– Puente del Río Humea

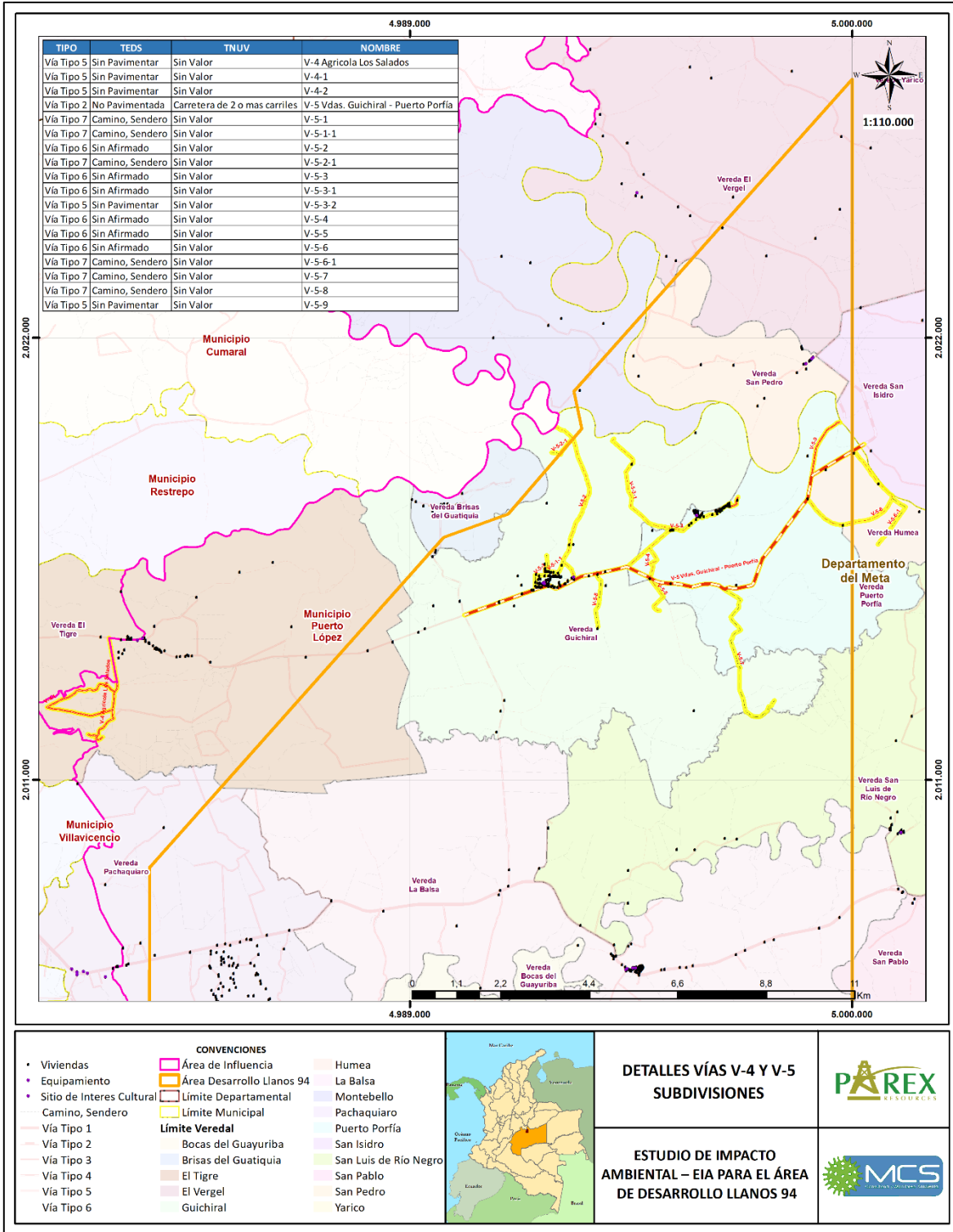
Esta vía inicia en el cruce Sinaí y en dirección Este se dirige al puente del Río Humea. Tiene una longitud de 12,5 km y hace parte de la red secundaria, con ancho variable entre 6,5 m y 7,5 m. La vía presenta secciones pavimentadas y en afirmado, pero es transitable durante todo el año; esta vía presenta conexión con la vía 9 (Tabla 2-14).

Tabla 2-14: Características y especificaciones vía V-5.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	12,5 Km	
Inicio y Fin	Cruce Sinaí – Puente Río Humea	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López – veredas Guichiral y Puerto Porfía	
Tipo de Vía	Secundaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 7,0 m, superficie con tramos en pavimento y en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque y carro tanques.	
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
Vía Vda. Puerto Porfía. E: 4994408,569; N: 2016303,186	Tramo de vía con superficie de rodadura en afirmado. E: 4998988,613; N: 2018542,312	Tramo de vía asfaltado. E: 4994952,165; N: 2016030,607

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 44 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-10: Visualización de las Vías V-4 y V-5.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 45 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

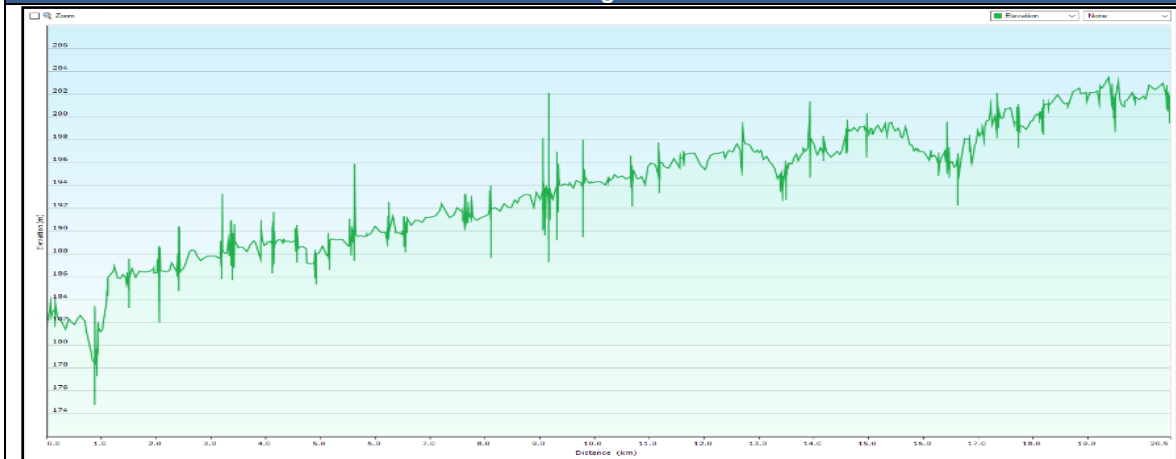
F. Vía V-6 vereda San Pablo– Cruce vía Puerto Alicia

La vía vereda San Pablo – Cruce vía Puerto Alicia sirve de acceso a la parte Suroeste del área de desarrollo Llanos 94, para esto, y teniendo como punto de partida el municipio de Puerto López, se toma la ruta a la vereda Pachaquiario en dirección Oeste hasta tomar el desvío que dirige a la vereda San Pablo, desde allí se recorren aproximadamente 18,16 Km en dirección Suroeste, hasta llegar a la intersección de la vía que se dirige a Puerto Alicia. Su superficie de rodadura es en afirmado con ancho promedio de 5,3 m, transitable todo el año (**Tabla 2-15**).

Tabla 2-15: Características y especificaciones vía V-6.

Especificaciones y descripción de la vía	
Longitud	18,16 Km
Inicio y Fin	Desvío a Vda. San Pablo– Cruce vía Puerto Alicia
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López – vereda San Pablo
Tipo de Vía	Terciaria
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 5,3 m, superficie de rodadura en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo y camión doble troque.
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano

Perfil Longitudinal



Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)



Estado de la vía 6.
E: 5003267,561; N: 2006894,717



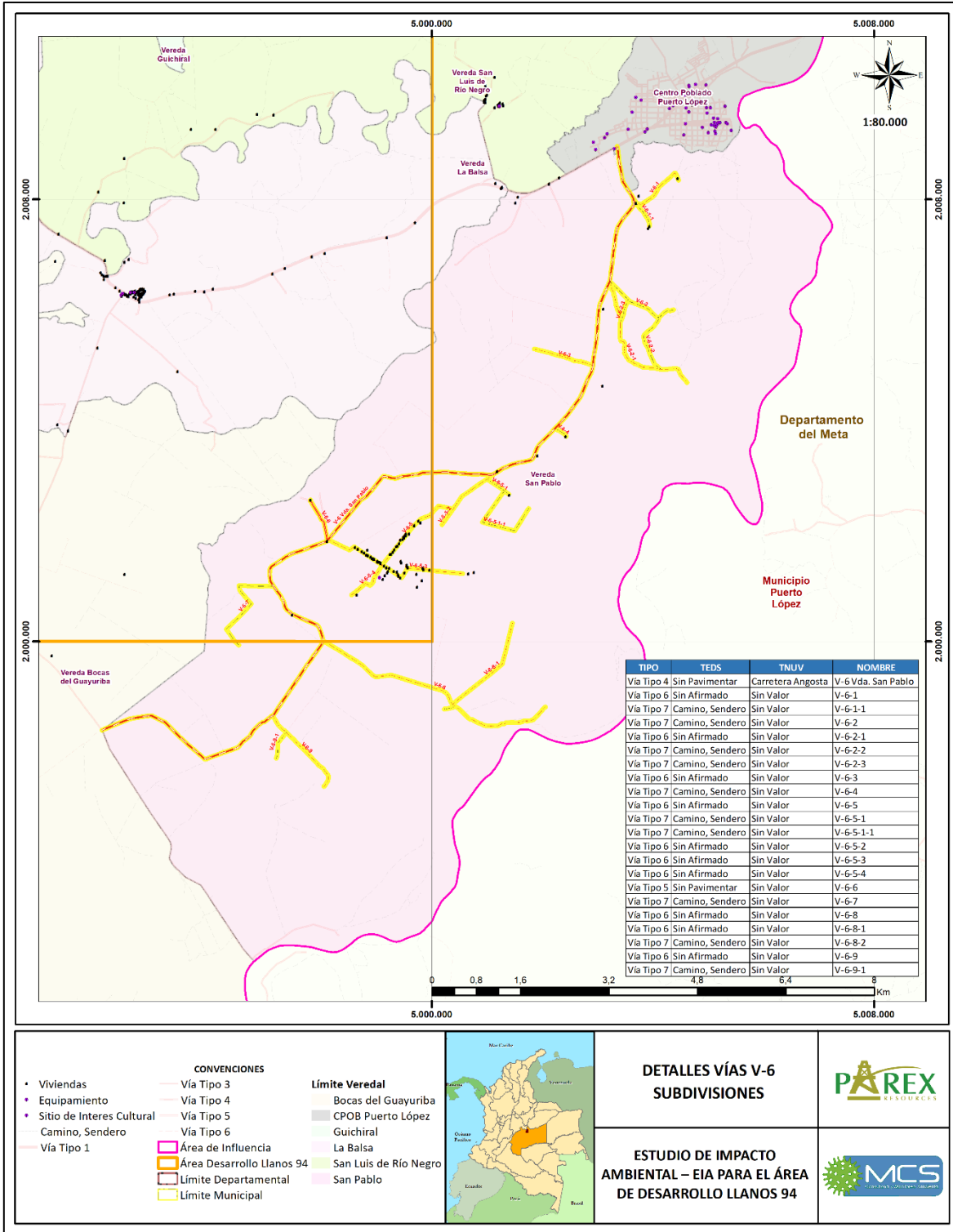
Vía a Finca Mata Perico.
E: 4999944,521; N: 2003058,766



Cruce en Finca San Pablito.
E: 5001115,124; N: 2003036,675

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 46 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-11: Visualización de las Vías V-6.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 47 de 352</p>
---	---	---	---	---

G. Vía V-7 La Balsa – Round point vereda Bocas de Guayuriba

La vía comienza en el centro poblado de la vereda La Balsa, tomando el desvío que conduce a la glorieta de la vereda Bocas de Guayuriba en sentido Suroeste. Tiene una longitud de 13,73 km y hace parte de la red secundaria, con ancho promedio de 8,3 m. La vía presenta secciones pavimentadas y en afirmado, pero es transitable durante todo el año; esta vía presenta conexión con la vía 8 (Tabla 2-16).

Tabla 2-16: Características y especificaciones vía V-7.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	13,73 Km	
Inicio y Fin	Centro poblado vda. La Balsa – Round point vda. Bocas de Guayuriba	
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López – veredas La Balsa y Bocas de Guayuriba	
Tipo de Vía	Secundaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 8,3 m, superficie con tramos en pavimento y en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque y carro tanques	
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Inicio vía 7. E: 4994415,336; N: 2006292,653</p>	<p>Estado de la vía 7. E: 4989408,554; N: 1998394,808</p>	<p>Intersección con vía a Puerto Alicia. E: 4992271,656; N: 2001322,540</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 48 de 352</p>
---	---	---	---	---

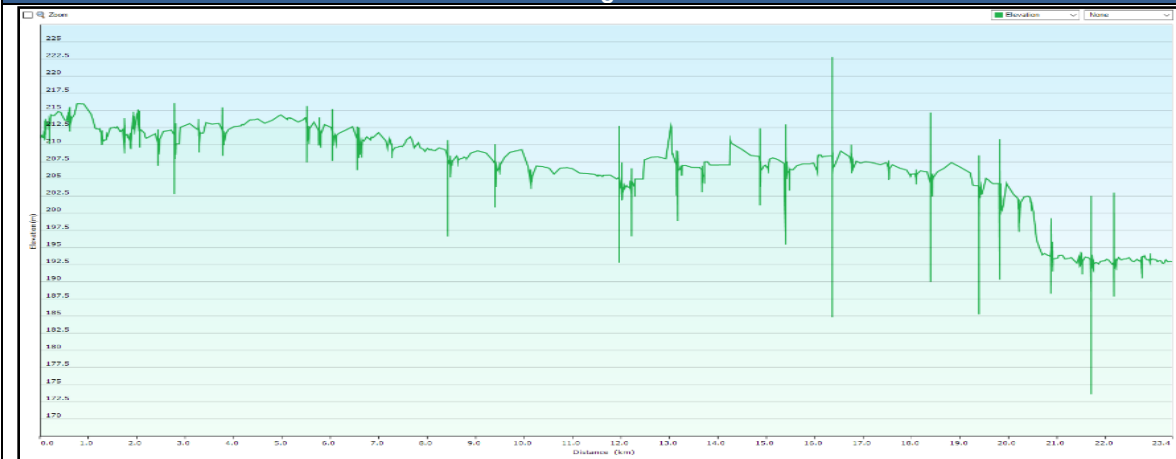
H. Vía V-8 Pachaquiario - Centro poblado vereda Bocas de Guayuriba

La vía comienza en el centro poblado de la vereda Pachaquiario, tomando el desvío que conduce al centro poblado de la vereda Bocas de Guayuriba en sentido Sureste. Tiene una longitud de 20,26 km y hace parte de la red secundaria, con ancho promedio de 8,5 m. La vía se encuentra pavimentada y presenta conexión con la vía 7 (**Tabla 2-17**).

Tabla 2-17: Características y especificaciones vía V-8.

Especificaciones y descripción de la vía	
Longitud	20,26 Km
Inicio y Fin	Centro poblado vda. Pachaquiario - Centro poblado vda. Bocas de Guayuriba
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López – vereda Pachaquiario, El Porvenir y Bocas de Guayuriba.
Tipo de Vía	Secundaria
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 8,5 m, superficie pavimentada con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque y carro tanques
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano

Perfil Longitudinal

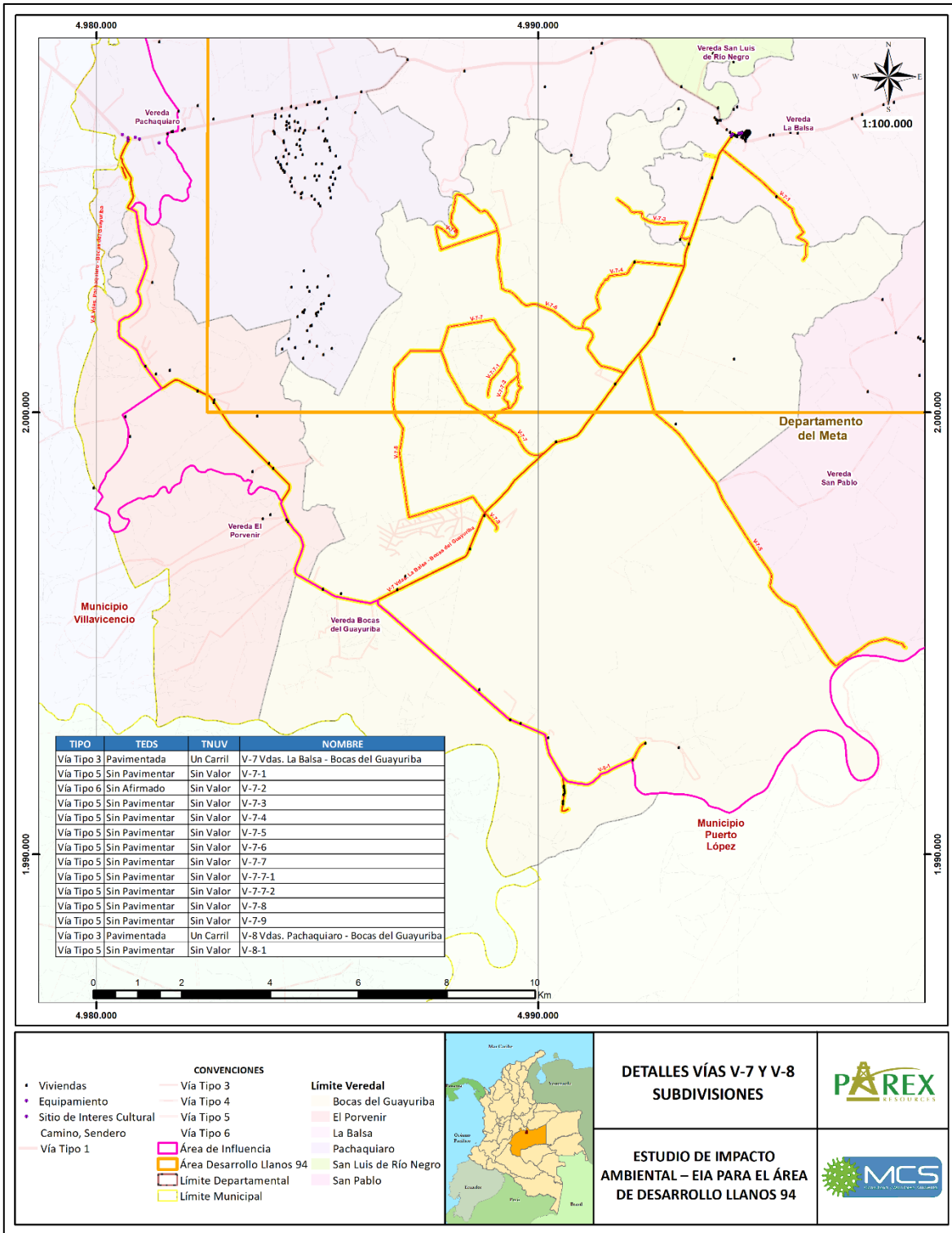


Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)

Inicio vía 7. E: 4980740,257; N: 2006193,259	Puente sobre Río Negro. E: 4980797,243; N: 2004594,798	Estado de la vía 8 . E: 4984206,149; N: 1998008,838

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 49 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-12: Visualización de las Vías V-7 y V-8.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 50 de 352</p>
---	---	---	---	---

I. Vía V-9 Puente Río Humea– Horqueta Vereda Yarico

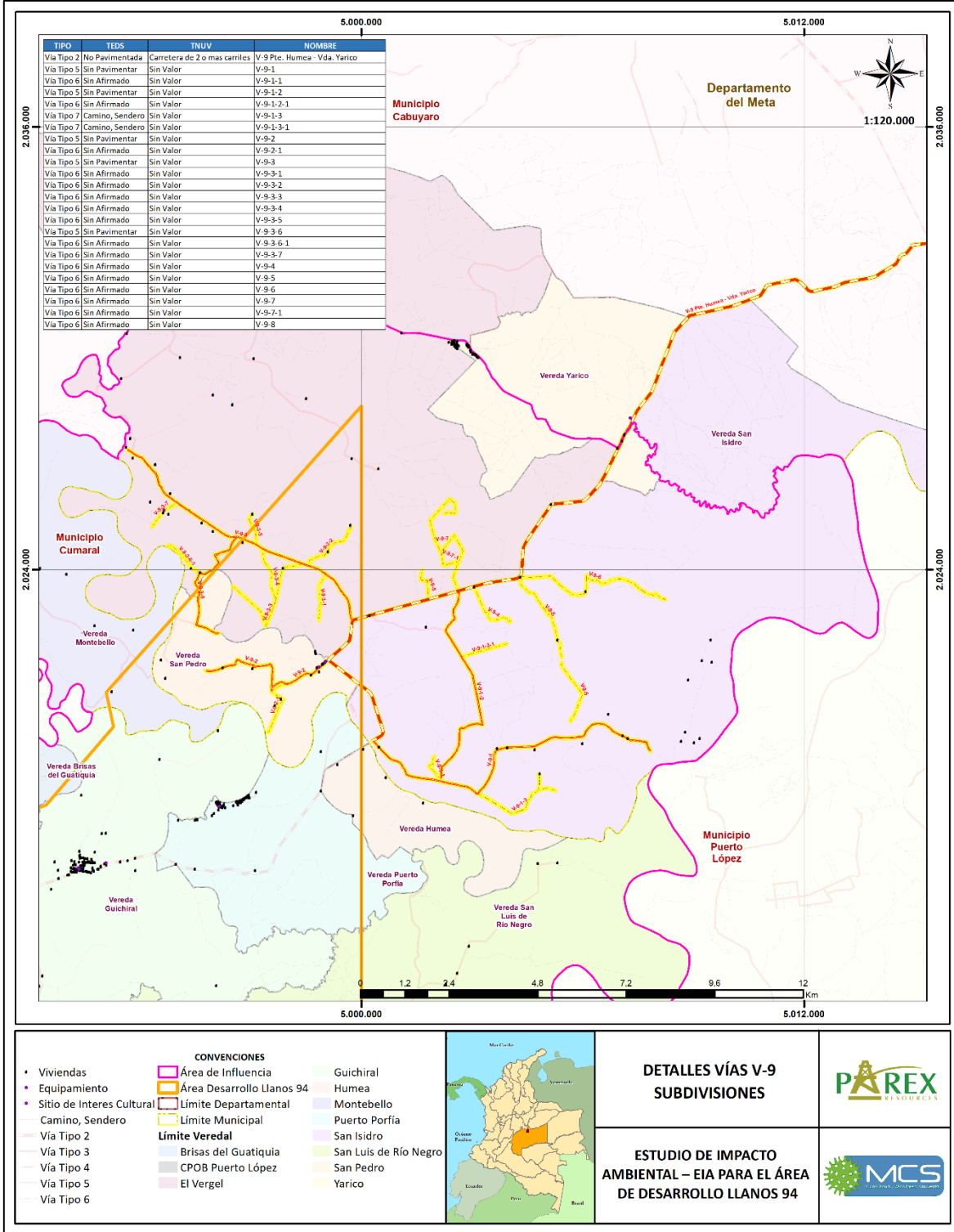
La vía comienza en el Puente del Río Humea en dirección Noreste pasando por la vereda el Vergel, hasta llegar a la Horqueta de la vereda Yarico. Tiene una longitud de 13,87 km y hace parte de la red secundaria, con ancho promedio de 7,0 m, su superficie de rodadura es en afirmado, pero es transitable durante todo el año; esta vía presenta conexión con la vía 10 (Tabla 2-18).

Tabla 2-18: Características y especificaciones vía V-9.

Especificaciones y descripción de la vía		
Longitud	13,87 Km	
Inicio y Fin	Puente Rio Humea– Horqueta Vda. Yarico	
Municipios y Veredas	Municipio de Cabuyaro – vereda San Isidro, San Pedro, El Vergel y Yarico	
Tipo de Vía	Secundaria	
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 7,0 m, superficie de rodadura en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.	
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo, camión doble troque y carro tanques	
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano	
Perfil Longitudinal		
Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Estado de vía 9. E: 5002616,147; N: 2023422,397</p>	<p>Estado de vía 9. E: 5000310,624; N: 2019359,945</p>	<p>Horqueta Vda. Yarico. E: 5006968,068; N: 2027297,222</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 51 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-13: Visualización de las Vías V-9.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 52 de 352</p>
---	---	---	---	---

J. Vía V-10 Horqueta vereda Yarico – Predio Pernambuco vereda El Vergel

La vía comienza en la Horqueta de la vereda Yarico en dirección Noroeste hasta llegar al Predio Pernambuco de la vereda El Vergel. Tiene una longitud de 14,85 km y hace parte de la red secundaria, con ancho promedio de 6,5 m, su superficie de rodadura es en afirmado, pero es transitable durante todo el año; esta vía presenta conexión con la vía 9 (Tabla 2-19).

Tabla 2-19: Características y especificaciones vía V-10.

Especificaciones y descripción de la vía	
Longitud	14,85 Km
Inicio y Fin	Horqueta Vda. Yarico – Predio Pernambuco Vda. El Vergel
Municipios y Veredas	Municipio de Puerto López – veredas El Vergel y Yarico
Tipo de Vía	Secundaria
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 6,5 m, superficie de rodadura en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo y camión doble troque.
Tipo de Terreno	Ondulado – Plano

Perfil Longitudinal



Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)

Inicio vía 10. E: 5006968,068; N: 2027297,222	Estado de la vía 10. E: 4993988,086 ; N: 2032009,634	Estado de la vía 10. E: 4993988,086 ; N: 2032009,634

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

K. Vía V-11 Predio Rancherías Insp. Montebello – Predio La Caimanera Insp. Montebello

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 53 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

Para llegar a la vía 11 se toma el desvío de la vereda Japón, hasta llegar al predio Rancherías de la Inspección Montebello y luego en dirección Sureste hasta el Predio la Caimanera. Tiene una longitud de 7,88 km y hace parte de la red secundaria, con ancho promedio de 5,5 m, su superficie de rodadura es en afirmado, pero es transitable durante todo el año (**Tabla 2-20**).

Tabla 2-20: Características y especificaciones vía V-10.

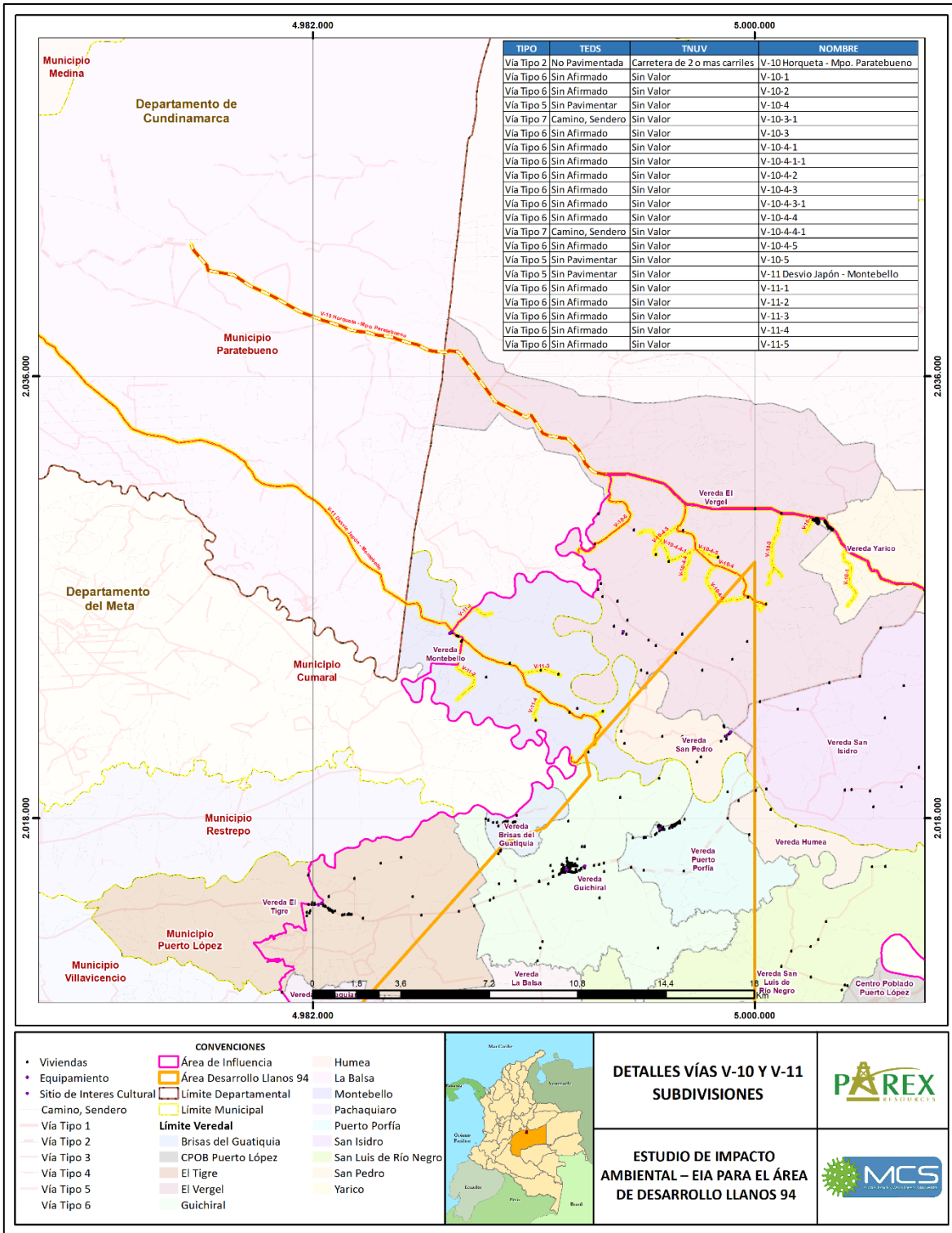
Especificaciones y descripción de la vía	
Longitud	7,88 Km
Inicio y Fin	Predio Rancherías Insp. Montebello – Predio La Caimanera Insp. Montebello
Municipios y Veredas	Municipio de Cumaral – Inspección Montebello
Tipo de Vía	Secundaria
Especificaciones	Vía veredal con ancho de 5,5 m, superficie de rodadura en afirmado, con infraestructura adecuada para manejo de aguas lluvias y cruces con cuerpos de agua.
Tipo de vehículos de transitan	Automóviles, camperos, camionetas, busetas, buses, camión sencillo y camión doble troque.
Tipo de Terreno	Ondulado - Plano

Perfil Longitudinal	

Registro Fotográfico (coordenadas Magna Sirgas origen CTM-12)		
<p>Estado de la vía 11. E: 4989818,387; N: 2024288,477</p>	<p>Estado de la vía 11. E: 4993573,179; N: 2021290,104</p>	<p>Obra de arte en vía 11 E: 4990047,640; N: 2024249,778</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 54 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.
Figura 2-14: Visualización de las Vías V-10 y V-11.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 55 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

II Infraestructura Vial.

En el área de influencia del área de desarrollo del proyecto, se identificaron cuatro (4) puentes, 56 pontones, 122 alcantarillas sencillas, 18 alcantarillas dobles, cuatro (4) alcantarillas triples, 13 Box culvert y 14 quebrapatas. En el **Anexo. Obras de arte**, se presenta la infraestructura vial existente en todas las vías de acceso del proyecto, junto con el registro fotográfico, dimensiones, estado actual y propuesta de adecuación. Así mismo, a continuación se relacionan algunas de las obras identificadas (**Fotografía 2-1** a la **Fotografía 2-4**).



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-1: PTE 1-1: Puente (V-1) sobre el río Metica.

Coordenadas E: 5007063 - N: 2011401.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Fotografía 2-2: ALCTP 1-58: Alcantarilla triple (V-1), sobre canalización de agua.

Coordenadas E: 4988211 - N: 2005386.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-3: QP 9-3-6-1: Quebrapatas (V-9-3-6).

Coordenadas E: 4996210 - N: 2024467.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-4: PNT 7-6-4: Pontón (V-7-6) sobre caño el Encanto.

Coordenadas E: 4990810 - N: 2001936.

2.2.1.2 Infraestructura petrolera existente

Al interior del área de desarrollo Llanos 94, se encuentra solamente la plataforma multipozo Grulla, la cual hace parte del bloque CPO-4, operado por la empresa **Parex**, bajo la **Resolución 0754 del 18 de abril de 2011** del **MAVDT** y que fue

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 56 de 352</p>
---	---	---	---	---

modificada por la **Resolución 0473 de 2018** de ANLA y se encontró en etapa de Workover al momento de la fase de campo del presente estudio (**Fotografía 2-5** y **Fotografía 2-6**); actualmente se encuentra en proceso de abandono. Las coordenadas de ubicación se relacionan en la **Tabla 2-21**.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-5: Infraestructura de la plataforma multipozo Grulla.

Coordenadas E: 4988358; N: 2006724.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-6: Infraestructura de la plataforma multipozo Grulla.

Coordenadas E: 4988376; N: 2006651.

Tabla 2-21: Infraestructura petrolera existente al interior del área de desarrollo Llanos 94.

PLATAFORMAS	ESTADO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN CTM-12	
		ESTE	NORTE
Grulla	Workover	4988358	2006724

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Adicionalmente, se encuentran en el área de influencia – AI más no en el área de desarrollo Llanos 94, tres (3) plataformas: Indico 1X, Águila -1 y Sol -1 ubicados en el municipio de Cabuyaro, cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 2-22**. El pozo exploratorio Indico 1X y las locaciones Águila -1 y Sol -1 hacen parte del bloque CPO-5, operado por la empresa ONGC Videsh Limited Sucursal Colombiana y actualmente se encuentran en etapa de producción bajo la **Resolución 600 del 31 de julio de 2012 de ANLA (Fotografía 2-7 a Fotografía 2-12)**.

Tabla 2-22: Infraestructura petrolera existente en el AI (por fuera del área de desarrollo).

PLATAFORMAS	ESTADO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN CTM-12	
		ESTE	NORTE
Indico 1X,	En producción	5004733	2025148
Águila-1	En producción	5002625	2023413
Sol-1	En producción	5005299	2017590
Grulla	Workover	4988358	2006724

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 57 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-7: Ubicación pozo Indico 1X.
Coordenadas E: 5004733; N: 2025148.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Fotografía 2-8: Entrada pozo Indico 1X.
Coordenadas E: 5004747; N: 2025169.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-9: Ubicación de la locación Águila -1.
Coordenadas E: 5002625; N: 2023413.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-10: Entrada a la locación Águila -1.
Coordenadas E: 5002560; N: 2023401.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-11: Infraestructura de la locación Sol -1.
Coordenadas E: 5005299; N: 2017590.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-12: Infraestructura de la locación Sol -1.
Coordenadas E: 5005430; N: 2017471.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 58 de 352</p>
---	---	---	---	---

2.2.1.3 Infraestructura de servicios públicos

En el área de desarrollo Llanos 94, existen redes veredales de servicios públicos en materia de distribución de energía eléctrica y de gas domiciliario, aunque no con cobertura total; no obstante, el abastecimiento de servicios públicos para las veredas del AI, se muestra de manera detallada dentro del **Capítulo 3, Numeral 3.4. Medio socioeconómico** del presente EIA.

2.2.2 Estrategias de desarrollo

A continuación, se presenta una descripción de las actividades, estrategias e infraestructura proyectada para el área de desarrollo Llanos 94, así como, los mecanismos de producción y actividades de mantenimiento. De igual modo, se muestra una relación detallada de los diseños, características, procesos, maquinaria y equipos típicos de cada una de las fases del Proyecto.

Para el área de desarrollo Llanos 94 se tiene contemplada la realización de las siguientes actividades macro:

- Adecuación y/o Mantenimiento de vías existentes.
- Construcción de nuevas vías de acceso a plataformas.
- Construcción de plataformas multipozo.
- Construcción y operación de facilidades de producción.
- Construcción y operación de líneas de flujo.
- Transporte de fluidos por carrotanques.
- Manejo del gas.
- Construcción y operación de sistemas de generación y distribución de energía eléctrica.
- Instalación de equipos de perforación
- Perforación de pozos.
- Inyección y/o reinyección de aguas de producción y residuales domésticas y no domésticas.
- Operación de todos los sistemas de producción.

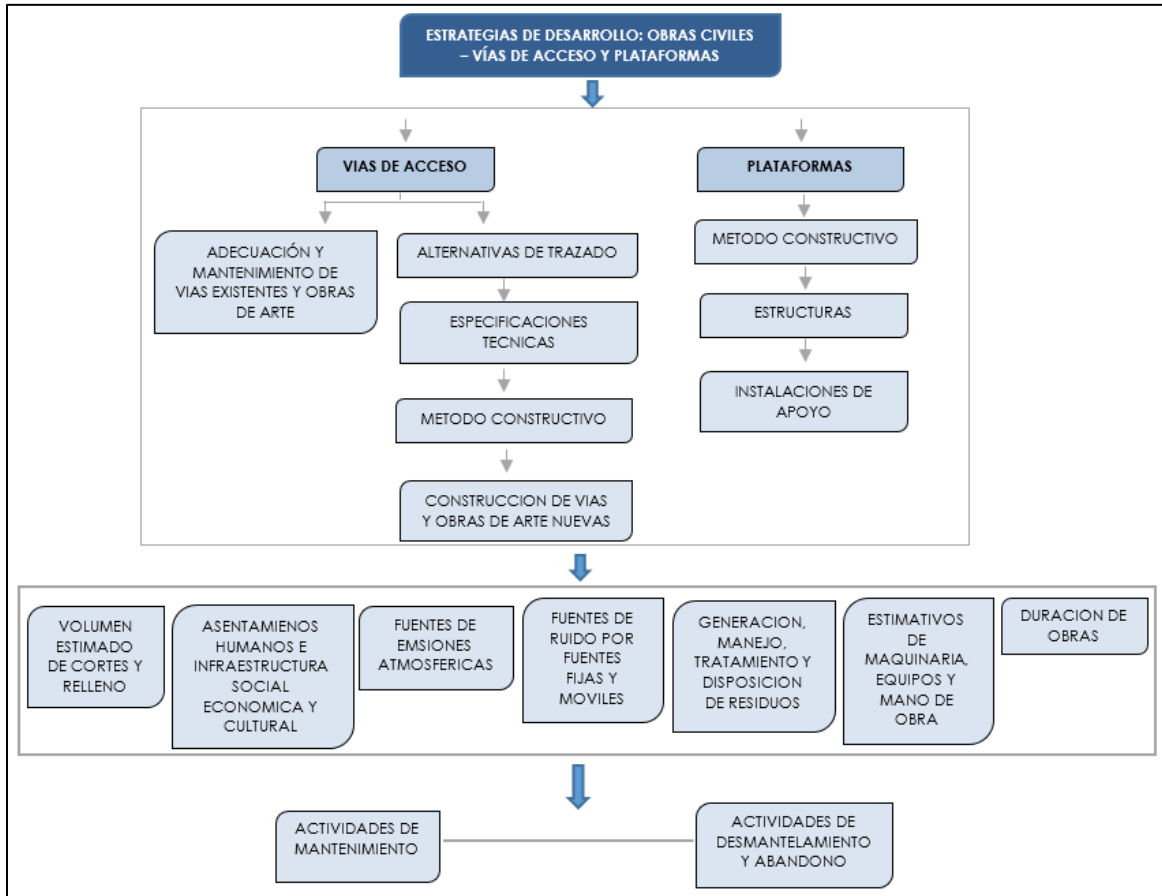
De acuerdo con los escenarios de producción del proyecto, se espera una producción total de 45000 BFPD (10000 BOPD + 35000 BWPD) y 10000 MSCFD. La máxima producción de agua para el escenario propuesto será de 35000 BWPD.

2.2.2.1 Vías de acceso al área y locaciones

En este numeral se presenta la descripción de las actividades de mantenimiento y construcción de las vías de acceso, las plataformas multipozo y facilidades de centrales producción para el área de desarrollo Llanos 94. De igual forma se indican

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 59 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

las especificaciones técnicas; así como los requerimientos estimados de equipos, maquinaria y personal para la ejecución de las obras civiles (**Figura 2-15**).



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-15: Estrategias de desarrollo: Obras civiles en el área de desarrollo Llanos 94.

I Vías de acceso para el desarrollo de las actividades del área de desarrollo Llanos 94

En la **Tabla 2-23**, se presenta un resumen de las características generales de las vías de acceso en el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-23: Características generales de las vías de acceso en el área de desarrollo Llanos 94.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud total de vías de acceso existentes que requieren de adecuación y/o mantenimiento: 196,70 km - Ubicación de las vías de acceso a construir: De acuerdo con los resultados de la zonificación de manejo del proyecto. - Número de accesos propuestos: 18 (15 a cada plataforma multipozo nueva, y tres (3) a las facilidades de producción). - Longitud máxima de cada vía de acceso nueva: Hasta 28,0 km.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 60 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Altura máxima de terraplén para los accesos viales a construir: 2,0 m, considerando las características del terreno. - Ancho máximo de intervención: 30,0 m. - Zonas de préstamo lateral para las vías de acceso: Serán franjas discontinuas de aproximadamente 100,0 m de longitud, con ancho máximo de 10,0 m y profundidad máxima de 2,0 m, seguido de franjas de no intervención de 10,0 m de longitud, con el fin de permitir el paso de fauna y la comunidad de la región, en forma alterna sobre los dos (2) costados de las vías. La distancia mínima que se debe tener en cuenta para la ubicación de la zona de préstamo lateral será a partir del derecho de vía contemplado en 2,0 m al borde de la vía.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

A continuación, se presenta la descripción de las actividades de adecuación o mantenimiento de los accesos viales existentes que serán utilizados para acceder al área de desarrollo Llanos 94, de igual forma, se indican los criterios de trazado, especificaciones técnicas y diseños tipo; así como también el estimado de equipos, maquinaria y personal para la ejecución de las obras civiles.

Basados en las definiciones de rehabilitación y mantenimiento de las vías de acceso, de la Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras de INVIAS, adoptado por **Resolución No. 000743 del 4 de marzo de 2009** y la Guía de manejo ambiental para proyectos de Infraestructura vial del INVIAS, se adoptarán las siguientes definiciones a los cuales les aplican, para las obras y/o actividades a las vías existentes, donde se desarrollará el proyecto.

A Adecuación

Son aquellas actividades que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la vía de manera que se cumplan las especificaciones técnicas con que fue diseñada. En la **Tabla 2-24** se relacionan los tramos de cada una de las vías objeto de adecuación, en los que de llegar a requerirse, se edificará un terraplén, de acuerdo con las especificaciones que se describen en la **Tabla 2-57**. Cabe aclarar que los tramos descritos corresponden a los que están al interior del área del proyecto; los tramos externos al AI solamente serán utilizadas como acceso, y no serán objeto de intervención alguna.

Tabla 2-24: Vías objeto de adecuación y/o mantenimiento.

VÍA	TRAMO
V-2	12,28 Km desde cruce en Pista Tobasías hacia la vereda Brisas del Guatiquía hasta el borde del área de influencia.
V-3	9,31 Km desde cruce Sinaí hacia la vereda El Tigre hasta el borde del área de influencia.
V-4	2,05 Km desde inicio de vía 4 en vereda El Tigre hasta la Agrícola Los Salados.
V-5	12,28 Km desde cruce Sinaí hasta puente sobre el río Humea.
V-6	18,86 Km desde desvío en V-1, hasta fin de vía en cruce con Vía hacia Puerto Alicia.
V-11	9,50 Km desde inicio de área de influencia hasta predio La Caimanera.
V-1-15	7,67 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-1-16	1,80 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía
V-1-17	2,49 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en río negro

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 61 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

VÍA	TRAMO
V-1-19	1,28 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en río negro
V-1-20	2,87 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía y su ramificación.
V-1-21	3,14 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en río negro.
V-1-22	3,43 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía y su ramificación.
V-1-23	0,79 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía.
V-1-24	2,88 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en río negro.
V-1-25	6,37 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en caño chocho y su ramificación.
V-1-26	3,50 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía y su ramificación.
V-1-27	9,43 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía en río negro y sus ramificaciones.
V-1-30	2,50 Km desde desvío en V-1 hasta fin de vía el ingreso al bloque.
V-2-1	5,82 Km desde desvío en V-2 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-2-2	1,84 Km desde desvío en V-2 hasta fin de vía.
V-3-2	7,10 Km desde desvío en V-3 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-5-1	1,97 Km desde desvío en V-5 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-5-2	5,09 Km desde desvío en V-5 hasta fin de vía en río Guatiquía y sus ramificaciones.
V-5-3	6,40 Km desde desvío en V-5 hasta fin de vía en río Humea y sus ramificaciones.
V-5-4	0,95 Km desde desvío en V-5 hasta fin de vía en cruce con 5-3.
V-5-5	1,25 Km desde desvío en V-5 hasta fin de vía en caño la marranera.
V-5-6	1,36 Km desde desvío en V-5 hasta fin de acceso al bloque.
V-6-5	5,86 Km desde desvío en V-6 hasta fin de vía en cruce V-6 y sus ramificaciones.
V-6-6	0,83 Km desde desvío en V-6 hasta fin de vía.
V-6-7	1,20 Km desde desvío en V-6 hasta fin de vía.
V-7-1	2,60 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía.
V-7-2	0,28 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía en drenaje.
V-7-3	1,61 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía en caño Laureles..
V-7-4	3,34 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía en cruce V-7-6.
V-7-5	1,31 Km desde desvío en V-7 hasta fin de acceso dentro del bloque.
V-7-6	8,17 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía en río negro.
V-7-7	10,07 Km desde desvío en V-7 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-9-2	6,61 Km desde desvío en V-6 Ingreso a vereda San Pedro hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-9-3	12,47 Km desde desvío en V-9 hasta fin de vía y sus ramificaciones.
V-10-4	2,75 Km desde desvío en V-10 hasta fin de vía y sus ramificaciones.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

B Mantenimiento

Corresponde a todas las actividades necesarias para solucionar los problemas de la capa de rodadura y así aumentar la vida residual de la vía, para objeto de mantenimiento se tienen todas las vías internas del área de desarrollo Llanos 94, nuevas y existentes, conforme el tránsito vehicular lo requiera. Cabe aclarar que los tramos descritos corresponden a los que están al interior del área del proyecto; los tramos externos al AI solamente serán utilizadas como acceso, y no serán objeto de intervención alguna.

Cabe mencionar, que como medida de manejo para el control de material particulado por tránsito de vehículos, dentro de las actividades de mantenimiento rutinario de las vías internas del área de desarrollo Llanos 94, se realizará el riego en vías mediante carrotanque con flauta conforme se expresa en el **Capítulo 4** del

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 62 de 352
---	---	---	--------------------------	--------------------------------

presente EIA (**LLA94-PM-RAA-01 Manejo de fuentes de emisiones y ruido**), con las siguientes opciones:

- Uso de agua cruda, proveniente de la captación ya sea de fuente superficial o de los pozos subterráneos a implementar en las plataformas multipozo o en las facilidades de producción.
- Reúso de aguas residuales domésticas y no domésticas tratadas, la cuales serán almacenadas en tanques portátiles, y se realizará un análisis de calidad previo al riego.
- Estabilización de rasante con Emulsión asfáltica, Suelo Cemento, biopolímeros, (aditivos hidro-retenedores, desarrollados para eliminar la generación de polvo en vías) (**Anexo. Técnico/supresores químicos**).

La descripción de las vías existentes que se utilizaran para el desarrollo del proyecto fue presentada en el **Numeral 2.2.1.1. Infraestructura existente** del presente Capítulo.

En términos generales, para el desarrollo del proyecto, se hace necesario realizar labores de adecuación o mantenimiento en algunos tramos de las vías de acceso existentes y actividades de limpieza o mantenimiento de las diferentes obras de arte para el manejo de aguas lluvias, escorrentía y cruces con cuerpos de agua (v.gr. alcantarillas, box couvert, cunetas, entre otros.), con el fin de garantizar la movilidad y transitabilidad en cualquier época del año.

Teniendo en cuenta las características del proyecto y los tipos de vehículo que se espera transitarán por estas vías, las principales necesidades de adecuación consisten en recuperación del ancho de la banca y de algunas zonas con sobre ancho para permitir el tráfico en dos sentidos, la escarificación, conformación y renivelación en sitios donde la rasante presenta mal estado, colocación y compactación de material de relleno y afirmado. Eventualmente se colocará geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo en la base del terraplén.

Es importante señalar que en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) específico de cada pozo a perforar, se determinará con exactitud las longitudes, la georreferenciación y el abscisado en las labores de adecuación y/o mantenimiento requeridos en las vías existentes; así como también de los sitios en los cuales se plantean obras especiales; esto con el propósito de conservar en buen estado y prolongar la vida útil de las vías existentes y construir, garantizando la seguridad y funcionalidad para las que fueron diseñadas. En la **Tabla 2-27**, se presentan las especificaciones técnicas para la adecuación de las vías existentes.

El detalle de las propuestas de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías existentes, la cual podrá incluir obras de drenaje a construir se establecerán en los diferentes Planes de Manejo Ambiental (PMA) específico para de cada proyecto. En este numeral se describen las principales actividades que conforman

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 63 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

la estrategia de desarrollo para la adecuación y/o 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 y adecuación de vías se presentan las consideraciones y actividades relacionadas en la **Tabla 2-25**, y que aplican en todas las vías identificadas existentes y proyectas, vías de acceso y ramales dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto.

Tabla 2-25: Tipos de adecuación y actividades a desarrollar.

TIPO DE ADECUACIÓN VIAL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
Recuperación, adecuación y/o 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
Modificación, rectificación y ampliación del alineamiento	Se busca llevar la vía a las condiciones óptimas para el tránsito mediante la adecuación de parámetros geométricos como radios de curvatura, pendientes longitudinales, entre otros	Excavación / corte
		Instalación de geotextiles
		Rellenos
		Compactación
		Transporte de materiales
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
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%.	Transporte de materiales.
		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 de forma mecánica y/o manual con un 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.
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.	Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
		Instalación, reparación y/o retiro de señales verticales
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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 64 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

TIPO DE ADECUACIÓN VIAL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
		Empradización.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

❖ Control de polvo

El control de polvo durante la construcción, movilización de equipos y operación se realizará mediante la humectación de la superficie con carrotanques de agua previamente captada en los sitios autorizados por licencia, especialmente en los caseríos e ingreso de las canteras. Se evaluarán en tramos particulares el uso de productos para el control de polvo y/o el cemento y emulsiones asfálticas para estabilizar la capa de rodadura, tales como Hidrostab ®, EcoDustDown ®, Sika ® Dust Deal, entre otros. En el **Anexo. Técnico/Supresores químicos**, se encuentran en las fichas técnicas de los supresores mencionados, y los procedimientos de uso.

❖ Señalización 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 el desarrollo de las obras a ejecutar. 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.

❖ 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 movimiento de maquinaria amarilla.

En caso de la existencia de escuelas en el área de los trabajos, se identificará con los líderes de la comunidad la conveniencia de restringir el paso de equipos y maquinaria pesada para dar prioridad a la comunidad.

❖ Control de vehículos pesados

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 65 de 352
---	---	---	--------------------------	--------------------------------

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.

C Construcción de vías nuevas

Dentro del alcance de las actividades a ejecutar en el área de desarrollo Llanos 94, se tiene contemplada la construcción de vías de acceso hasta las plataformas multipozo, hacia las facilidades de producción y las franjas de captación en una longitud de hasta 28,0 km como máximo, y construidas a partir de tramos de vía existentes.

Los nuevos accesos se derivarán de las vías existentes, teniendo en cuenta divisoria de aguas, áreas de estabilidad óptima, visibilidad favorable y en las cuales la longitud a construir sea la menor posible, con alineamientos horizontales cuyas deflexiones no sobrepasen los 45°.

Los lineamientos para el trazado final de las vías atenderán como mínimo las siguientes características:

- Se construirán tramos desde las vías existentes que estén enmarcadas dentro de los sectores permitidos en la zonificación de manejo ambiental del proyecto, o desde las nuevas vías que sean construidas dentro del área de desarrollo Llanos 94.
- Se trazarán vías nuevas siguiendo en lo posible la línea divisoria de aguas, con el fin de evitar la intervención innecesaria de cauces y favorecer la dinámica hídrica superficial de la zona.
- En lo posible, la rasante de la vía se ajustará a la superficie actual del terreno, con esto se disminuirá el volumen de material a remover y rellenar; también se deberán buscar las especificaciones de radios de curvatura y pendiente adecuadas para el tipo de vehículos que requieren las actividades a desarrollar por el proyecto.
- Se evitará en lo posible el cruce de ríos, caños o cañadas, sin embargo, en caso de ser requerido para la construcción de vías de acceso y líneas de flujo, se realizarán los cruces de los mismos por los sectores en donde sean aprobadas las ocupaciones de cauce, que son solicitadas en el **Capítulo 4** del presente EIA, y que se listan en la **Tabla 2-26**.

Tabla 2-26: Ocupaciones de cauce solicitadas para el área de desarrollo Llanos 94.

ID	TIPO DE OCUPACIÓN	ORIGEN CTM-12		CAUCE	DESCRIPCIÓN OBRA EXISTENTE	ACTIVIDAD
		ESTE	NORTE			
OC_1-E	Existente	5001378,670	2008166,560	Caño Venturosa	Puente	Mantenimiento de estructura existente

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 66 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PARA
EL ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 94.**



CAPÍTULO 2

ID	TIPO DE OCUPACIÓN	ORIGEN CTM-12		CAUCE	DESCRIPCIÓN OBRA EXISTENTE	ACTIVIDAD
		ESTE	NORTE			
OC_2-E	Existente	4991403,640	2009684,530	Caño La Raya	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_3-E	Existente	4991260,096	2012478,297	Drenaje_NN_4344 (Tributario Caño Chocho)	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_4-E	Existente	4989572,590	2016570,050	Caño Tigre (Guichiral)	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_5-E	Existente	4997738,880	2016425,370	Drenaje_NN_3560 (Tributario Río Negro)	Box culvert	Mantenimiento de estructura existente
OC_6-E	Existente	4993204,850	2017510,760	Caño Tigre (Guichiral)	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_7-E	Existente	4995450,460	2017258,170	Caño Tigre (Guichiral)	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_8-E	Existente	4994372,660	2018656,150	Drenaje_NN_4607 (Tributario Caño Tigre)	Box culvert	Mantenimiento de estructura existente
OC_9-E	Existente	4998695,076	2021192,721	Caño San Pedro	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_10-E	Existente	5003574,710	2008132,120	Caño Banderas	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_11-E	Existente	4997316,730	2000707,430	Caño San Pablo	Alcantarilla sencilla	Mantenimiento y reforzamiento de estructura
OC_12-E	Existente	4994021,430	2008341,320	Drenaje_NN_10 (Tributario Río Negro)	Alcantarilla múltiple	Retiro y reemplazo de estructura existente por Pontón o Alcantarilla
OC_13-E	Existente	4999925,417	2002266,520	Drenaje_NN_3101 (Tributario Caño San Pablo)	Alcantarilla sencilla	Mantenimiento de estructura existente
OC_14-E	Existente	4991459,190	2009342,310	Drenaje_NN_2517 (Tributario Caño La Raya)	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_15-E	Existente	4993534,290	2011770,120	Caño Chocho	Pontón	Reemplazo de estructura por pontón en concreto.
OC_16-E	Existente	4986352,900	2006916,010	Drenaje_NN_1804 (Tributario Río negro)	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_17-N	Nueva	4994706,360	2012348,150	Caño Chocho	Sin estructura	Construcción de Puente/Pontón
OC_18-N	Nueva	4985822,780	2011249,860	Drenaje_NN_723 (Tributario Caño Chocho)	Sin estructura	Construcción de Alcantarilla/Box culvert
OC_19-E	Existente	4985391,870	2009534,337	Caño La Raya	Sin estructura	Retiro y reemplazo de estructura existente por Pontón o Alcantarilla
OC_20-E	Existente	4996996,040	2017805,500	Drenaje_NN_4607 (Afluente Río Humea)	Alcantarilla sencilla	Reemplazo de estructura por puente o pontón en concreto
OC_21-E	Existente	4989298,870	2002750,350	Caño Villa Rosa	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_22-E	Existente	4990821,090	2001929,120	Caño El Encanto	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_23-E	Existente	4988216,027	2005385,394	Drenaje_NN_4607 (Tributario Río negro)	Pontón - paso metálico	Reemplazo de estructura por puente o pontón
OC_24-E	Existente	4993873,157	2005645,931	Drenaje_NN_3308 (Tributario Caño Buenaventura)	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_25-E	Existente	4996082,045	2003785,280	Caño Laureles	Pontón	Reemplazo de estructura por puente o pontón
OC_26-N	Nueva	4999472,099	2026954,671	Drenaje_NN_3496	Sin estructura	Construcción de Puente/Pontón
OC_27-E	Existente	5005253,704	2025778,418	Drenaje_NN_545 (Caño Los Ronchos)	Alcantarilla sencilla	Mantenimiento de estructura existente
OC_28-E	Existente	4989588,962	2016536,393	Caño Tigre (Guichiral)	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_29-E	Existente	4993635,768	2021534,856	Drenaje_NN_2099 (Tributario Guatiquia)	Box culvert	Mantenimiento de estructura existente
OC_30-E	Existente	4997624,619	2016107,750	Drenaje_NN_4608 (Tributario Río Negro)	Box culvert	Mantenimiento de estructura existente
OC_31-N	Nueva	4992417,981	2009846,633	Caño La Raya	Sin estructura	Construcción Puente
OC_32-E	Existente	4996941,871	2029924,351	Caño El Boral	Alcantarilla doble	Mantenimiento y reforzamiento de estructura
OC_33-E	Existente	4992424,866	2009932,575	Caño La Raya	Pontón - paso	Reemplazo de estructura por puente o pontón
OC_34-N	Nueva	4984953,767	2003616,430	Río Negro	Sin estructura	Construcción Puente

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 67 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ID	TIPO DE OCUPLICACIÓN	ORIGEN CTM-12		CAUCE	DESCRIPCIÓN OBRA EXISTENTE	ACTIVIDAD
		ESTE	NORTE			
OC_35-N	Nueva	4988074,000	2005021,000	Río Negro	Sin estructura	Construcción Puente
OC_36-E	Existente	4983973,751	2013939,308	Caño Tigre (Guichiral)	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_37-E	Existente	4986884,071	2012197,047	Caño Chocho	Pontón	Mantenimiento de estructura existente
OC_38-E	Existente	4988094,620	2025323,693	Caño Blanco	Pontón	Mantenimiento y reparación de estructura existente
OC_39-E	Existente	4995592,750	2023514,203	Caño San Pedro	Alcantarilla sencilla	Reemplazo de estructura por puente o pontón
OC_40-N	Nueva	4995602,925	2023289,174	Madrevieja_NN39	Sin estructura	Construcción Puente

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

En lo posible se compensará el volumen de terraplén con el de corte, para evitar desperdicios o préstamo de material, lo que se realizará utilizando el material de corte para conformar los rellenos requeridos, siempre y cuando las características geomecánicas del material lo permitan.

❖ Especificaciones técnicas de las vías a construir:

En la **Tabla 2-27**, se presentan las especificaciones técnicas para la construcción o adecuación de vías. En el **Anexo. Técnico/Diseños**, se incluye el diseño tipo a escala de las vías a construir, sin embargo, el diseño final de las vías a construir se presentará en el PMA específico de cada uno de los pozos a perforar.

Tabla 2-27: Especificaciones técnicas para las vías de acceso a utilizar (nuevas y/o por adecuar).

PARÁMETRO		DESCRIPCIÓN
Velocidad de diseño		40 km/h
Derecho de vía		12 m a 20 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 de la topografía de la zona - menor a 7 m
Taludes de terraplén	Pendiente	0,5 - 2H: 1V
	Altura (*)	Menor a 7 m
Cunetas (*)		Donde se requiera
Altura de terraplén (*)		Según diseño y características del terreno

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

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

❖ Métodos constructivos

La construcción de vías de acceso, se planificará teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y ambientales del proyecto. Las principales actividades para la construcción de vías de acceso "tipo", se relacionan a continuación:

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 68 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

✓ **Etapa pre-operativa**

Topografía y diseños geotécnicos y ambientales definitivos: Con el levantamiento topográfico se definirán las características altimétricas y planimétricas del terreno, con el fin de elaborar los planos de diseño de obras definitivas. Se instalarán mojones de referencia topográfica (debidamente georreferenciados) para efectos del replanteo que debe realizarse para la construcción de las obras proyectadas.

Localización, trazado y replanteo: Este ítem consiste en la localización, trazado y replanteo del eje de la vía, taludes de corte y de relleno (chaflanes), obras de arte, pontones, curvas y sus deflexiones, abscisado y cotas, muros de contención, cruce con obras lineales, y en general todas las obras y detalles previstos en los planos de diseño de las vías.

El diseño de las obras geotécnicas (temporales y/o permanentes) y ambientales, comprende la realización de los estudios en campo y laboratorio de suelos, análisis estructurales y elaboración de los diseños correspondientes que se realizan con el fin de cumplir los requerimientos mínimos que deben reunir las obras a construir y dar cumplimiento a la normatividad. No obstante, en el **Capítulo 7** del presente EIA, se exponen los diseños tipo de las mismas.

Negociación de tierras y/o servidumbre: Consiste en la negociación con los propietarios de los terrenos donde se construirán las vías de acceso.

Contratación de personal y bienes y servicios: Una vez se cuente con los diseños del proyecto se iniciará la contratación del personal calificado y no calificado necesario para llevar a cabo las labores constructivas.

✓ **Etapa de construcción**

Movilización: Se debe realizar todos los arreglos necesarios con miras al oportuno y cuidadoso cargue y transporte de las plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes muebles que constituyen el equipo de construcción, así como el traslado o contratación en el lugar del personal requerido, con el fin de asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo con los diseños aprobados. Así como la infraestructura destinada a campamentos, oficinas, laboratorios y demás espacios que sean requeridos para la correcta administración y ejecución de los trabajos contratados.

Señalización y defensa de la zona de las obras: Desde la iniciación de las obras se realizará un Plan de Manejo de Tráfico – PMT (movilidad y transporte), como prevención de riesgos a los usuarios y personal que trabaja en la vía en

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 69 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

construcción, de acuerdo con las normas y especificaciones vigentes sobre la materia.

La señalización deberá realizarse en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la materia, en particular el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte (INVIAS) u otro que lo modifique o sustituya.



El PMT, consistirá en la instalación de las señales informativas, preventivas y reglamentarias (las que apliquen según el caso) a lo largo del tramo de vía a construir y/o adecuar; así mismo las estrategias y mecanismos de comunicación a la comunidad y las alternativas de paso durante la ejecución de las obras, esto con el fin de alterar lo menos posible la cotidianidad de la comunidad ubicada en el Al del proyecto.

No se podrán iniciar actividades constructivas que afecten la libre circulación por una vía, sin que se haya colocado los elementos reglamentarios de señalización. Estos elementos deberán ser modificados o retirados siempre que corresponda, tan pronto como se modifique o desaparezca la afectación a la libre circulación que originó su colocación.

De igual manera, se realizará una señalización adecuada de los sitios de almacenamiento de los materiales por utilizar en los diferentes procesos constructivos y se tomarán las medidas necesarias, para que los materiales, instalaciones y obras que constituyan el objeto del proyecto, no sufran daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible de acuerdo con la situación de la obra y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales por utilizar.

Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de las operaciones de construcción en el sector y corresponden a los siguientes tipos (**Tabla 2-28**).

Tabla 2-28: Señalización vial.

SEÑALES PREVENTIVAS	
Forma cuadrada. Se deben colocar con una diagonal en sentido vertical. Dimensión mínima del lado del cuadrado: 90 cm. Estas dimensiones pueden aumentarse proporcionalmente, conservando las demás características, si las condiciones de tráfico de la vía así lo exigen.	
TIPO DE SEÑALIZACIÓN	SÍMBOLO
SP-07. CURVAS SUCESIVAS PRIMERA IZQUIERDA	
SP-15. BIFURCACIÓN EN "Y"	

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 70 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

SP-24. SUPERFICIE RIZADA	
SP-28. REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE LA CALZADA	
SP-36. PUENTE ANGOSTO	
SP-57. FINAL DEL PAVIMENTO	
SEÑALES REGLAMENTARIAS	
<p>Forma circular. Diámetro mínimo del círculo: 90 cm. Color: Fondo blanco y símbolo y orla negra, trazado oblicuo rojo. Las señales reglamentarias que indican prohibición, deben tener un trazo oblicuo descendente a 45° con la horizontal de izquierda a derecha, desde el punto de vista del usuario.</p>	
SR-01.- PARE	
SR-02. CEDA EL PASO	
SR-30. VELOCIDAD MÁXIMA	
SEÑALES INFORMATIVAS	
<p>Forma rectangular. Se deben hacer con la mayor dimensión en posición horizontal. Las dimensiones del rectángulo varían de acuerdo con el mensaje. El lado menor debe ser mínimo de 50 cm. Color del fondo anaranjado. Letra y orla negras. Las señales informativas deben indicar, además, entradas y salidas de equipos pesados y su ubicación debe ser escogida en forma tal que sean fácilmente visibles y no interfieran el tránsito continuo de los vehículos ni la visibilidad, ya sea por la ubicación o por las demoras ocasionadas por su lectura.</p>	
SI-06. CONFIRMATIVA DE DESTINO (INFORMACIÓN DE KILOMETRAJE)	
SI-07. SITIO DE PARQUEO	
SI-16. PRIMEROS AUXILIOS	
SEÑALES TRANSITORIAS-PREVENTIVAS	
<p>Son aquellas que advierten de la ejecución de trabajos de construcción, mantenimiento y reparación en las vías</p>	
SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA	

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 71 de 352</p>
---	---	---	---	---

SPO-02. MAQUINARIA EN LA VÍA	
SIO-01. APROXIMACIÓN A OBRA EN LA VÍA	
SIO-02. SIO-03. INFORMACIÓN DE INICIO O FIN DE OBRA	

Fuente: Manual de Señalización INVIAS (2004)

Limpeza y descapote

Consiste en la limpieza del terreno natural en las áreas que ocupará la vía, de modo que el terreno quede libre de toda vegetación, y su superficie resulte óptima para la ejecución de los trabajos. Posteriormente, se deberá realizar el retiro de la capa orgánica del suelo en el ancho determinado por el diseño de la vía, y en un espesor aproximado de 0,20 m a 0,30 m, el cual se almacenará apilonado a manera de dique en uno de los lados de la vía mediante el uso de un buldócer (**Fotografía 2-13**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-13: Descapote de un acceso vial.

Para el caso de las vías de acceso, la remoción consistirá en retirar la vegetación que ha invadido los bordes de las vías existentes, con el fin de recuperar el área efectiva de la vía de maniobrabilidad y tránsito.

En zonas donde haya árboles sobre los corredores viales que tengan ramas bajas que interfieran con el tránsito de cargas altas 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 72 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

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

Los trabajos de desmonte y limpieza se efectuarán en todas las zonas señaladas en los diseños definitivos y de acuerdo con procedimientos aprobados para la actividad, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias. Salvo que los diseños del proyecto indiquen lo contrario, dichas zonas deberán abarcar, como mínimo, los límites presentados en la **Tabla 2-29**.

Tabla 2-29: Límites de desmonte para las áreas seleccionadas para las vías de acceso.

ÁREAS DE FUNDACIÓN DE TERRAPLENES	Hasta 1,0 m más afuera del pie del terraplén.
ÁREAS DE EXCAVACIÓN	Hasta 1,0 m más afuera de los bordes superiores.
FAJAS DE EMPLAZAMIENTO DE CANALES, ZANJAS Y OTRAS OBRAS DE DRENAJE	Hasta 0,5 m más afuera de las líneas de borde.
ÁREAS DE EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS	Hasta 1,0 m más afuera de las líneas de excavación.
ÁREAS DE EMPLAZAMIENTO DE LAS CERCAS QUE DELIMITAN LA FAJA DE DERECHO DE VÍA	En 1,0 m de ancho.
ÁREAS DE CAUCE DE ESCURRIMIENTOS NATURALES	Toda el área dentro de los límites definidos por el proyecto.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Por ningún motivo se permitirá el procedimiento de desmonte mediante quema, así sea controlada. Tampoco se permitirá el uso de herbicidas sin previo permiso de la autoridad ambiental competente.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la vía, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de 6,0 m, a partir del borde de la superficie de la misma.

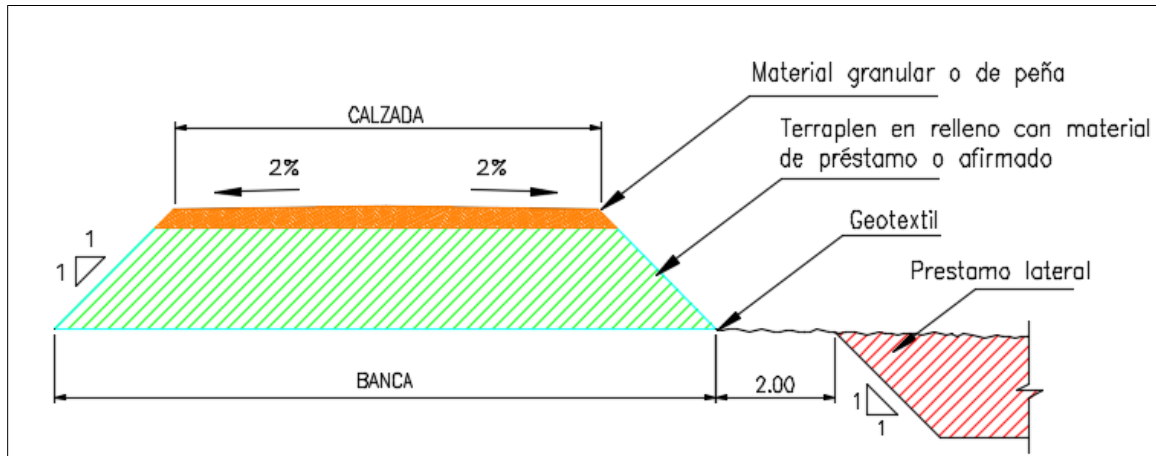
En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de 60 cm, contados desde la superficie subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces de más de 10 cm de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta una profundidad no menor de 30 cm por debajo de la superficie que se deba descubrir de acuerdo con las necesidades del proyecto. Los materiales provenientes del desmonte y la limpieza deberán ser retirados del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos de diseño del proyecto.

Excavación de préstamos laterales

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 73 de 352</p>
---	---	---	---	---

En zonas donde se prevea el préstamo lateral se descapotarán y se procederá a excavar de acuerdo con los siguientes lineamientos (**Figura 2-16**):



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-16: Corte transversal de zona de préstamo lateral.

- Los taludes de corte se proyectarán con pendientes de 1H : 1V o según diseños y licencia ambiental
- Las zonas de préstamo se realizarán en zanjas de sección trapezoidal que permitan asegurar su estabilidad, tendrán unas dimensiones máximas de 10 m de ancho, 100 m de longitud y 2.0 m de profundidad a partir del inicio del material aprovechable, o según diseños y licencia ambiental
- Serán espaciadas por lo menos 10 m entre ellas para permitir el paso de la fauna presente.
- La distancia desde la excavación a la banca de la vía será de 2 m aproximadamente o aquella que garantice la estabilidad del terraplén.

Los diseños y ubicación definitivos de las zonas de préstamo lateral para vías se presentan en los planos de obras civiles del proyecto, según diseños y licencia ambiental.

Excavación de la explanación, obras de geotecnia (temporales y permanentes)

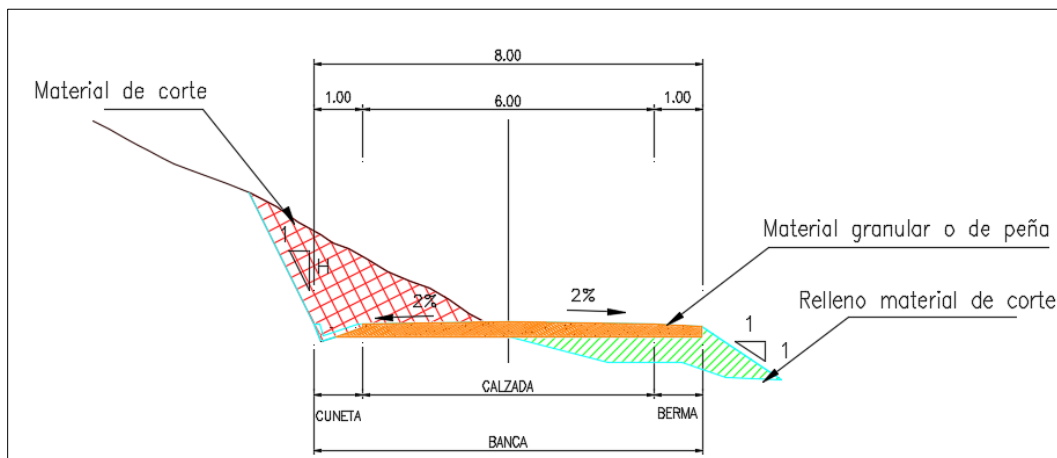
Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre, y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, obras de geotecnia (temporales y permanentes), indicados en los diseños definitivos y secciones transversales del proyecto. Durante la ejecución, se

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 74 de 352</p>
---	---	---	---	---

mantendrá, sin alteración, todas las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

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 (**Figura 2-17**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-17: Corte transversal de taludes de corte y relleno.

Los taludes de corte y de relleno se perfilarán a 1H: 1V 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.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar fenómenos como inestabilidad de taludes; deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación; y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras o taludes provisionales excesivos.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 75 de 352</p>
---	---	---	---	---

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las obras de geotecnia (temporal y permanente) y drenaje del proyecto.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los diseños específicos del proyecto. Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de las labores de excavación deberá reponerse a entera satisfacción de su propietario.

Al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad de 15,0 cm, conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación para corona, en una profundidad entre 15,0 cm y 25,0 cm.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el interventor, estos trabajos se deberán realizar inmediatamente después de la excavación del talud.

En cuanto a las obras de geotecnia (temporales y permanentes), la construcción de los canales, zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y descoles, se deberá efectuar de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los diseños definitivos. En general, en esta clase de obras la pendiente longitudinal no deberá ser menor de 0,25%. Las excavaciones serán iniciadas por el extremo aguas abajo de la obra. Cabe anotar que, las obras típicas se describirán en el **Capítulo 7** del presente EIA.

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación o canales, que sean utilizables y según los planos o especificaciones, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos.

Los materiales provenientes del descapote se deberán almacenar para su uso posterior en sitios accesibles; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados.

Conformación de la banca

Consiste en efectuar el alistamiento y conformación de la superficie final de la vía, en la cual está incluida la calzada y las bermas. Se realizan los cortes y rellenos

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 76 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

necesarios para obtener las cotas de la subrasante. Para el diseño de las vías se plantea la actividad de cortes y rellenos compensados; así mismo, se plantea la posibilidad de compra material seleccionado para la sub-base, procedentes de canteras que cuenten con el respectivo título minero y licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente. Al momento de la compactación se establecerán pendientes longitudinales que permitan conducir la escorrentía superficial hacia las estructuras de evacuación y asegurar la integridad de la vía.

El volumen requerido para los rellenos podrá ser explotado de los préstamos laterales, zonas de corte del proyecto y/o de las canteras licenciadas en el área. También se podrán utilizar materiales provenientes de alguna plataforma o proyecto cercano a abandonar 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.

En caso de no ser posible la utilización de materiales de préstamo lateral, se usarán materiales de cantera adquiridos en sitios debidamente autorizados, con permisos y licencias para la explotación y comercialización de materiales pétreos.

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 como los que se muestran en la **Fotografía 2-14**.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-14: Superficies modulares portátiles.

Conformación de cunetas perimetrales

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 77 de 352</p>
---	---	---	---	---

Toda vía a 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. (*Fotografía 2-15).

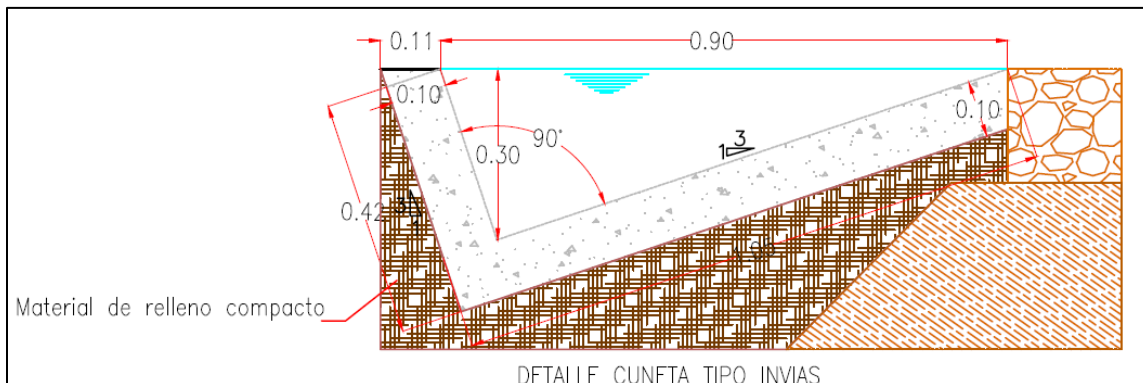


Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

***Fotografía 2-15: Nivelación de la subrasante y cuneteo.**

Las cunetas son estructuras para recolectar y conducir el agua de lluvia caída 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.

Para la construcción de las cunetas perimetrales consiste en marcar en el terreno el sitio de los elementos correspondientes a las excavaciones según los planos de diseño. Seguidamente, se realiza la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la conformación de la cuneta perimetral (**Figura 2-18**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-18: Sección transversal típica de una cuneta perimetral.

Para evitar procesos de erosión, por el arrastre de materiales de excavación cuando exista flujo de agua, se recomienda revestir en su totalidad con sacos de suelo-cemento. Cuando en caso de que la pendiente longitudinal sea menor al 8,0%, éstas podrán ser construidas en tierra; pero si los tramos de vía a construir con pendiente superior a 8,0%, sus cunetas se pueden recubrirse con concreto para evitar la erosión a lo largo de la vía. Los sacos de suelo-cemento son básicamente

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 78 de 352</p>
---	---	---	---	---



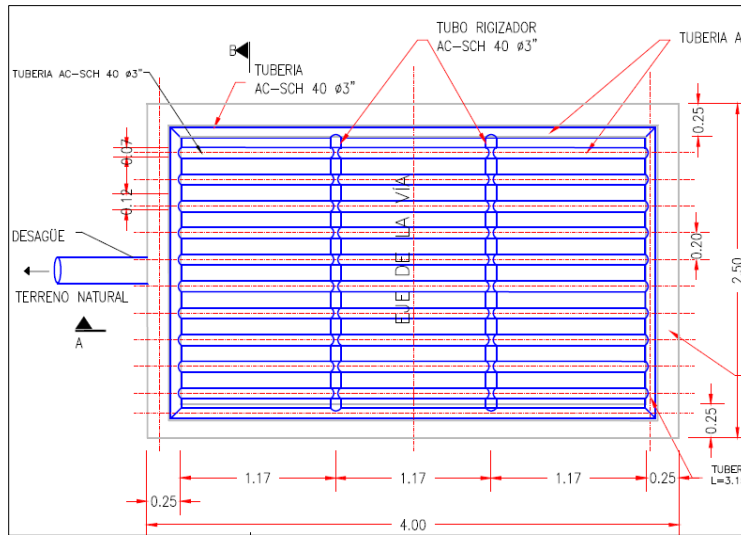
sacos de fibra natural de entramado fino que se rellenan con suelo y cemento en una proporción de 4:1. El suelo o material del sitio se tritura y se le retira la materia orgánica al igual que el material granular de diámetro mayor a 1 pulgada y todo aquel que presente ángulos cortantes que ocasionen rompimiento del saco cuando se apisone o compacte.

El suelo debe humedecerse u orearse, hasta lograr un contenido uniforme de humedad para su posterior compactación dentro del saco. Si se encuentra bastante húmedo deberá manipularse para lograr una humedad óptima. Para que no haya liga con el cemento, se debe humedecer la mezcla de suelo-cemento antes de colocarla dentro del saco. El saco se dispone y se llena a paladas hasta el 60,0% de su capacidad, luego se cierra haciendo un doblez y se cose con fibra de iguales características en las que esté confeccionado. Luego se lleva al sitio, se coloca y se compacta manualmente con pisón de madera o metal hasta alcanzar una densidad adecuada. La mezcla se realizará manualmente a 2 pasadas, de tal forma que quede uniformemente conformada en la relación especificada. Se debe garantizar una mezcla homogénea y uniforme entre el suelo y el cemento.

Construcción y/o adecuación de quiebrapatas

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 hacia la plataforma. Para nuevas estructuras requeridas, 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 (**Figura 2-19**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 79 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-19: Vista en planta típica de un quebrapatas.

Construcción y adecuación de obras de drenaje





Paralelo y al final de la explanación, se construirán obras de arte y estructuras hidráulicas longitudinales y transversales con el fin de captar los flujos que afecten la estabilidad de la vía y evacuar la escorrentía superficial hacia los drenajes naturales; evitando así, daños en la banca por la afluencia de aguas en la superficie. La ubicación de las estructuras de protección y evacuación, dentro de las cuales se destacan las alcantarillas, dependerá del trazado final de la vía, para lo cual se tendrán en cuenta factores como la topografía del terreno, la hidrología de la zona, la pendiente del tramo de la vía, la vegetación existente, entre otros.

La vida útil de la estructura dependerá de la selección adecuada de la obra, con base en los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados, los períodos de retorno considerados en el diseño, la duración del proyecto y los resultados obtenidos en el mismo.

En la **Tabla 2-30**, se especifican las obras de drenaje necesarias para la construcción de vías, las cuales se definirán en el momento de contar con los diseños definitivos.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 80 de 352</p>
---	---	---	---	---

Tabla 2-30: Estructuras típicas y obras de drenaje necesarias para las vías de acceso a construir.

OBRA O ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN APROXIMADA	FOTOGRAFÍA
Alcantarilla	En los sitios de cruce de pequeños drenajes y de escorrentía y en otros puntos para el drenaje de la banca. También se requiere construir dichas estructuras cada cierta distancia en los tramos de terraplén para permitir el drenaje natural de un lado al otro de la vía, pues de no hacerlo, en tiempo de lluvias, este actuará como un dique y el nivel del agua puede llegar a pasar por encima de la vía.	
Box culvert	En sitios de cruce de cuerpos de agua como caños y pequeñas cañadas.	
Pontón/puente	En el sitio de cruce de cañadas o ríos.	
Obras de geotecnia permanentes: Descoles.	Se pueden conformar en tierra, en sectores donde la pendiente transversal sea suave y revestida en sacos de suelo – cemento, piedra pegada o en concreto, en lugares donde la pendiente transversal sea muy pronunciada.	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Los diseños tipo a escala de cada obra de arte y/o estructura de drenaje, se incluyen en el **Anexo. Técnico/Diseños**, del presente EIA; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar, junto con la localización de las estructuras para el manejo de la escorrentía.

A continuación, se presentan a modo general los procedimientos constructivos para las estructuras típicas para el cruce de corrientes y drenaje:

Alcantarillas: 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 que existan estructuras en mal estado, se adecuarán sea reparándolas y/o reemplazándolas para cumplir este propósito. En la **Fotografía 2-16** y **Tabla 2-31**, se describe el proceso constructivo de las alcantarillas.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 81 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-16: Proceso constructivo de una alcantarilla en una vía de acceso.

Tabla 2-31: Proceso constructivo de alcantarillas.

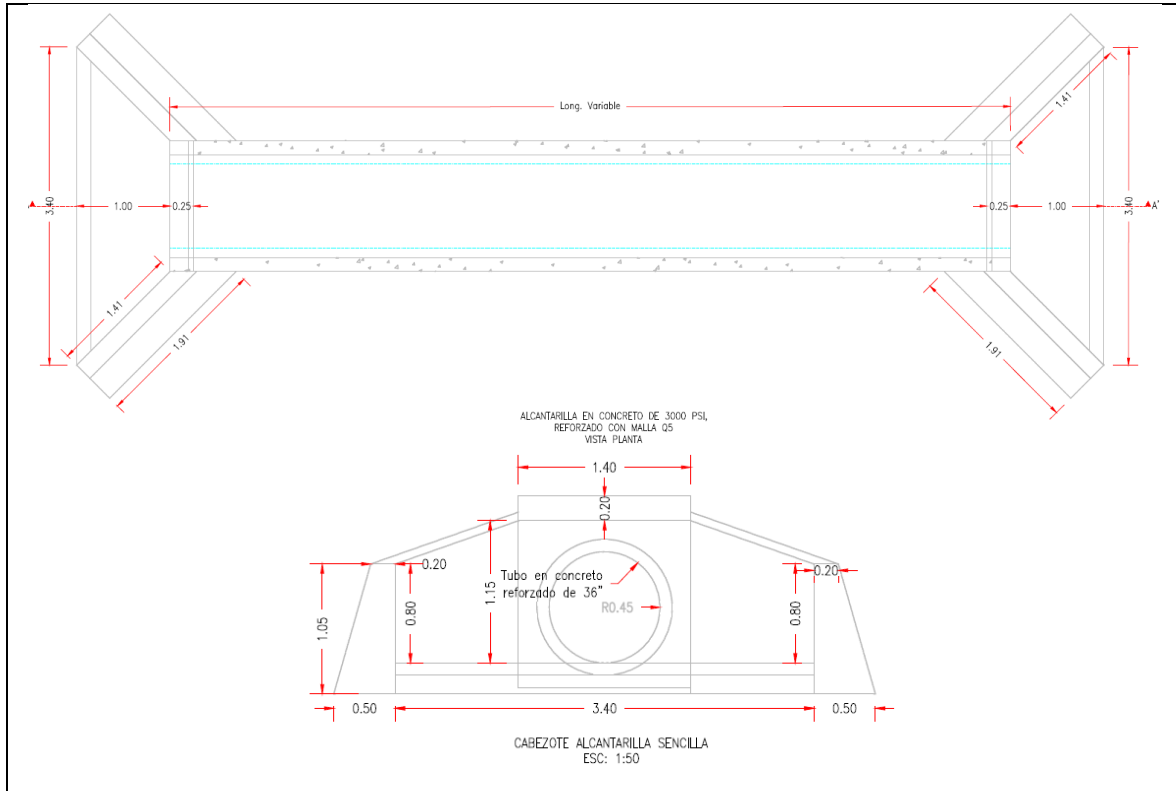
ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo Consiste en ubicar en el terreno los alineamientos y niveles indicados en los planos de diseño referenciándolos con equipos topográficos (estaciones, niveles, plomadas, cinta métrica, entre otros), y herramienta menor como estacas de madera, puntillas, alambres e hilos.
2	Desvío de la corriente Teniendo en cuenta que estas obras se realizarán en época de baja precipitación, se deberá construir un canal temporal para el desvío de las corrientes involucradas, de tal manera que permita el desarrollo de las actividades sin alterar el flujo natural de las mismas. Es recomendable realizar obras de estabilización, tales como trinchos en madera y sacos suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente intervenida, las cuales se detallan en el Capítulo 7 .
3	Preparación del terreno Consiste en el descapote, excavación y perfilado del terreno a una altura igual o mayor a la del terreno natural, ya sea mediante el empleo de maquinaria o manualmente, según las dimensiones presentadas en los planos de los diseños finales.
4	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 proctor modificado.
5	Solado Una vez preparada la superficie, se colocará una capa de concreto de espesor igual a 5 cm o el establecido por el interventor.
6	Instalación de la tubería La tubería se ubicará 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.
7	Atraque Una vez instalados los tubos en la mezcla, y endurecido el mortero o la lechada de las juntas, se atrarán a los lados, con una mezcla igual a la utilizada en el solado o con material granular hasta una altura no menor de un 1/4 del diámetro exterior del tubo.
8	Estructuras de entrada, salida y aletas de protección (cabezotes) Para esta actividad inicialmente se amarrará el acero de refuerzo, luego se procederá a instalar la formaleta adecuada para estas estructuras; y finalmente se realizará el vaciado y vibración del concreto.
9	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.
10	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.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Para tramos de vías nuevas 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 tipo Novafort,

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 82 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

abovedadas o de sección rectangular tipo box culvert, de uno o más cuerpos según capacidad hidráulica requerida (**Figura 2-20**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.
Figura 2-20: Diseño típico de una alcantarilla.

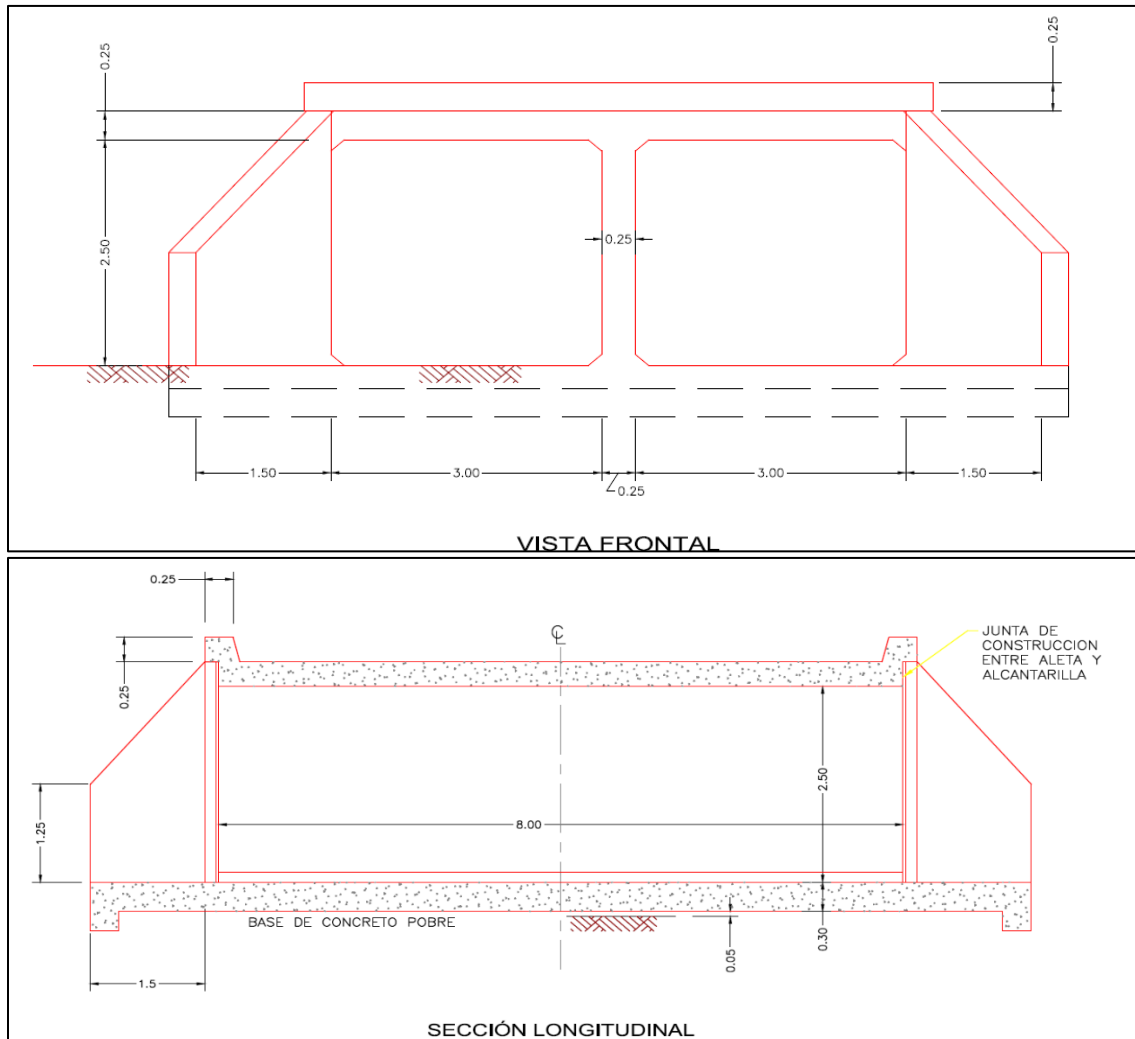
Box culvert: Son estructuras de sección rectangular construidas generalmente en concreto que se diseñan para conducir corrientes de agua y para dar continuidad a una vía de forma cómoda y segura (**Fotografía 2-17**). En la **Tabla 2-32**, se describe el proceso constructivo de la estructura.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-17: Proceso constructivo de un box culvert en una vía de acceso.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 83 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-21: Diseño típico de una Box culvert (vista frontal y longitudinal).

Tabla 2-32: Proceso constructivo de un box culvert.

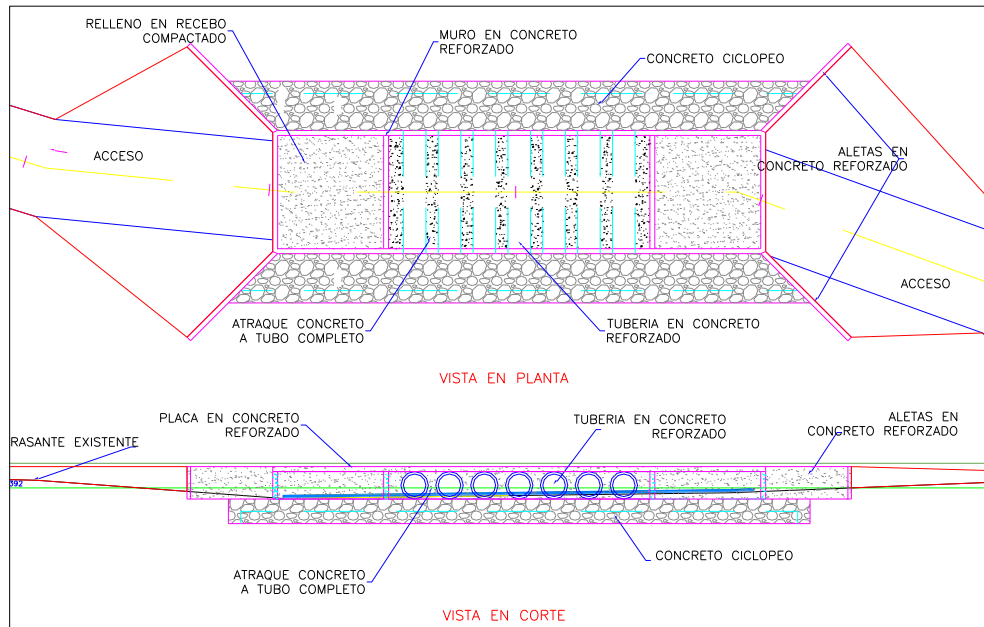
ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo Consiste en ubicar en el terreno los ejes y elementos correspondientes a la cimentación y la estructura que se va a construir, según los planos de diseño.
2	Desvío de la corriente Esta tarea se puede realizar con mayor seguridad y eficiencia en época de menor 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 intervenida, las cuales se detallan en el Capítulo 7 ; así como seguir las recomendaciones de las autoridades ambientales, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.
3	Preparación del terreno Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación.
4	Cimentación Implica la construcción de la placa, las vigas o el atraque en concreto ciclópeo con el objetivo de apoyar y transmitir las cargas de la propia estructura y las generadas por la vía y el tránsito de vehículos.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 84 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ÍTEM		DESCRIPCIÓN
5	Placa de fondo	Esta etapa consiste en el amarre del refuerzo en ambos sentidos según el diseño, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado del concreto 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.
6	Muros	Está actividad consiste en el amarre del refuerzo, la instalación, apuntalamiento y alineamiento de la formaleta, el vaciado y vibrado del concreto, para los muros que conforman el box. Luego de fundidos los muros se verificará la verticalidad de los mismos.
7	Placa superior	La actividad involucra, la instalación de la formaleta, el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según los diseños, el vaciado y el vibrado del concreto, para conformar una placa de espesor variable que sirva de soporte a la estructura de la vía.
8	Aletas	La labor consiste en la construcción de los muros de contención de los materiales de relleno laterales y la estabilización de la banca.
9	Relleno	Consiste en extender y compactar el material designado para la base y sub-base de la vía; así como los espacios conformados por las aletas de confinamiento por lo menos al 95% del proctor modificado.
10	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.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Bateas: En caso que la rasante de la vía pase a nivel con los cauces existente en el área, se adecuarán bateas sobre corrientes de caudales bajos con el fin de dar continuidad a la vía y evitar erosión y socavamiento generado por el flujo en el punto de cruce (**Figura 2-22**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-22: Diseño típico de una batea.

La construcción de estas estructuras requiere la instalación de tubería de 24" a 60" según la capacidad hidráulica de cada paso y podrán ser fabricadas en concreto, acero o plásticas; en sus extremos tienen estructuras de protección (cabezotes) comúnmente construidas en concreto o muros de contención en sacos de suelo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 85 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

Esta estructura es diseñada para permitir el flujo natural de cuerpos de agua y áreas inundadas en épocas de alta precipitación.

Puente / pontón: son estructuras que se diseñan y construyen para dar continuidad a los corredores viales sobre obstáculos como corrientes o depresiones topográficas. Los puentes y pontones existentes identificados en el área del proyecto están contruidos en concreto, con elementos metálicos o con una combinación de los mismos. 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 (**Figura 2-23**).

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

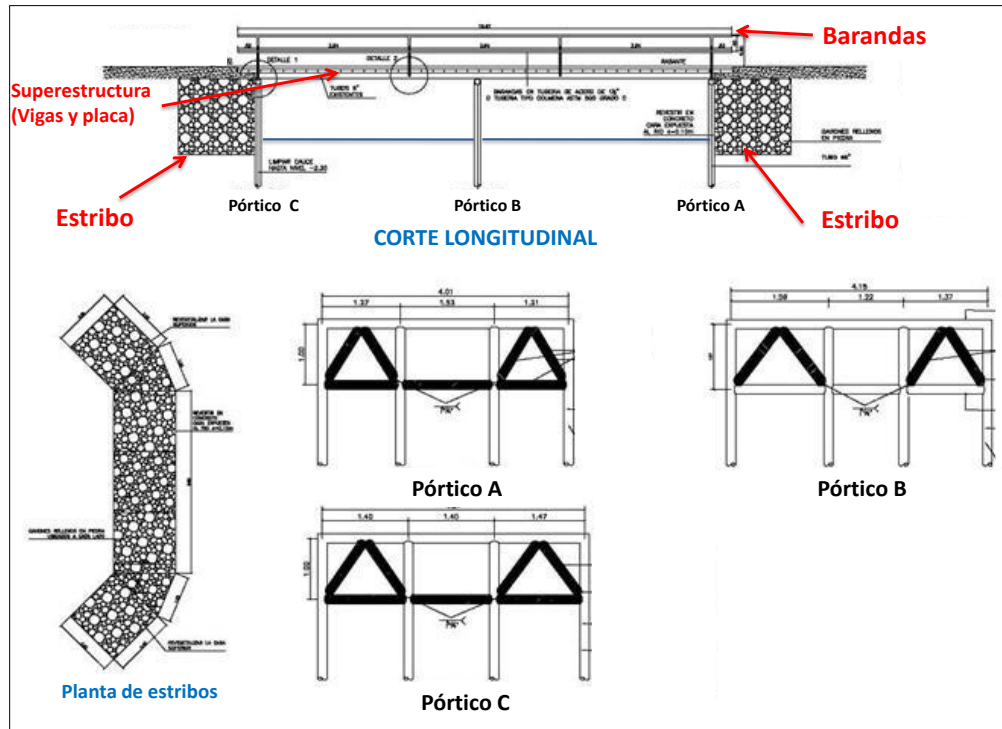
Los puentes en concreto normalmente son reforzados con fibras de carbono a cortante y/o a tensión instaladas sobre los elementos estructurales que debieron haber sido previamente preparados y lavados. La preparación incluye el sellado de grietas y el grateo de la superficie para garantizar una correcta 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 que requieren algún tipo de refuerzo se les implementan soluciones metalmecánicas 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 que se requiera la construcción de nuevas estructuras se deberá contar con los permisos de ocupación de cauce antes de cualquier tipo de intervención. Serán generalmente contruidos en estructura metálica lanzadas de orilla a orilla del cauce, usando apoyos intermedios en caso que la luz a vencer sea mayor a 15 m de longitud. Su cimentación consistirá en pilotes hincados con tubería metálica y 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 contruidos 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. En la **Tabla 2-33**, se describe el proceso constructivo de un puente / pontón.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 86 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-23: Diseño típico de un puente / pontón.

Tabla 2-33: Proceso constructivo de un pontón.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo Consiste en marcar en el terreno el sitio de los elementos correspondientes a la cimentación y la infraestructura según los planos de diseño.
2	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 intervenida, las cuales se detallan en el Capítulo 7 ; así como seguir las recomendaciones de las autoridades ambientales, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.
3	Preparación del terreno Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación.
4	Cimentación Constituida generalmente por elementos que transmiten las cargas de pilas y estribos a un estrato profundo del suelo generalmente rocoso. Dichos módulos son cilíndricos generalmente de concreto o madera.
5	Construcción de estribos Está basado en el amarre del acero de refuerzo, encofrado, vaciado de concreto y vibrado de las zapatas, muros y aletas que conforman como tal el cuerpo del estribo. Luego de fundidos se debe desencofrar y curar el concreto.
6	Relleno Consiste en extender y compactar el material designado para la base y sub-base de la vía; así como los espacios conformados por las aletas de confinamiento por lo menos al 95% del proctor modificado.
7	Vigas y losas Una vez se encuentren listos los estribos y pilas se procederá a instalar la formaleta, amarrar el acero de refuerzo, encofrar y fundir en caso de usar concreto, las vigas y losas o solamente las placas según sea el diseño.
8	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.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 87 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

Una alternativa a los puentes en concreto, es la instalación de puentes modulares metálicos prefabricados, los cuales reducen el impacto y área de intervención en la zona, así como el tiempo de instalación. Entre las actividades que se realizan para la instalación de una estructura de este tipo se encuentran las Labores de Pilotaje para cimentación y armado de puente metálico prefabricado, la instalación de las barandas y finalmente la demarcación peatonal, tal y como se observa en la **Fotografía 2-18** a la **Fotografía 2-20**. Esta alternativa se plantea para la implementación sobre infraestructura actual, como es el caso de pontones y/o puentes, superponiendo el puente sobre pilotes ubicados en vías y/o terraplenes ya existentes.

En el **Anexo. Técnico/Puente**, se encuentra el procedimiento en detalle para el transporte y montaje de un puente tipo, modular en acero.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-18: Pilotaje para cimentación y armado de puente metálico prefabricado.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-19: Instalación de barandas sobre el puente y demarcación peatonal.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 88 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-20: Puente metálico finalizado.

Descoles: Son obras de geotecnia de tipo permanente que cumplen la función de entregar de manera adecuada a los drenajes naturales, existen de dos (2) tipos: Descoles en sacos de suelo-cemento (**Fotografía 2-21**) o en piedra pegada (**Fotografía 2-22**). En la **Tabla 2-34**, se describe el proceso constructivo de un descole.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-21: Descole en saco-suelo cemento.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-22: Descole en piedra pegado.

Tabla 2-34: Proceso constructivo de descoles.

ÍTEM		DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo.	Consiste en marcar en el terreno el sitio de los elementos correspondientes a las excavaciones según los planos de diseño.
2	Excavación, perfilado y conformación.	Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la conformación del descole.
3	Revestimiento del descole.	Para evitar el deterioro de los descoles por erosión se deberán revestir en su totalidad con sacos de suelo-cemento o con piedra pegada. La disposición de los sacos o la colocación de la piedra pegada se deberán efectuar sobre la superficie debidamente perfilada y libre de escombros. Si el descole se conforma en sacos de suelo-cemento se requiere la utilización de estacaones y tablas como elementos de contención de los sacos, en las paredes que conforman la altura del escalón. Una vez instalados los sacos de suelo-cemento en cada escalón se procederá a hincar a cada lado del descole un estacón, 45 cm como mínimo; los estacaones deberán estar unidos por una tabla en la parte superior.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 89 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	<p>Las especificaciones de los materiales que hacen parte de los sacos de suelo-cemento y piedra pegada, son las que se presentan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacos de suelo cemento: Los sacos de suelo-cemento son básicamente sacos de fibra natural de entramado fino que se rellenan con suelo y cemento en una proporción de 4:1. El suelo o material del sitio se desmenuza y se le retira la materia orgánica al igual que el material granular de diámetro mayor a 1 pulgada y todo aquel que presente ángulos cortantes que ocasionen rompimiento del saco cuando se apisona o compacte. El suelo debe humedecerse u orearse, hasta lograr un contenido uniforme de humedad para su posterior compactación dentro del saco. Si se encuentra bastante húmedo deberá manipularse para lograr una humedad óptima. Para que no haya liga con el cemento, se debe humedecer la mezcla de suelo-cemento antes de colocarla dentro del saco. El saco se dispone y se llena a paladas hasta el 60% de su capacidad, luego se cierra haciendo un doblez y se cose con fibra de iguales características en las que esté confeccionado. Luego se lleva al sitio, se coloca y se compacta manualmente con pisón de madera o metal hasta alcanzar una densidad adecuada. La mezcla se realizará manualmente a 2 pasadas, de tal forma que quede uniformemente conformada en la relación especificada. Se debe garantizar una mezcla homogénea y uniforme entre el suelo y el cemento. • Piedra pegada: El material pétreo deberá tener una gradación uniforme comprendida entre 4 y 6 pulgadas de diámetro, del tipo gravas, cantos rodados o fragmentos de roca, sanos y resistentes. El peso unitario del material deberá ser mayor de 1250 kg/m³.
4	<p>Actividades de restauración. Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de la conformación del descole y aquellas involucradas con la respectiva señalización.</p>

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Nivelación y compactación del terreno

Consiste en la preparación del terreno para instalar la capa de afirmado de la vía, para luego escarificar la superficie. El material resultante de las cunetas perimetrales, escarificado y los cortes (excepto el material vegetal) se extenderá y nivelará a lo largo de la vía con ayuda de una moto-niveladora, perfilando un bombeo del 2% hacia los costados o como se establezca en los diseños finales. Posteriormente, se dará la consistencia requerida, mediante el uso de un vibro-compactador, para que sirva como base para la capa de afirmado.

Instalación del afirmado y terraplenes

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se haya de colocar un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; demolición; drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con las especificaciones, los planos y secciones transversales del proyecto.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior. Una vez terminada la

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 90 de 352</p>
---	---	---	---	---

compactación, el constructor perfilará la superficie de la capa, ajustándola a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto.

Se tomarán todas las medidas indispensables para mantener drenadas las áreas de excavación y demás áreas de trabajo. Las excavaciones deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, zanjas, canales, descoles y construcción de filtros, así como las de protección ambiental como los sedimentadores, los cuales se retirarán al finalizar las obras con la aprobación de **PAREX**.

Se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales. La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el adecuado drenaje superficial.

El material de relleno y granular, puede ser obtenido a través de terceros que cuenten con licencia ambiental y título minero vigente.

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 según licencia ambiental. 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.

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** específicas para esta labor. 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 75,0 Kg/m³ de material (cerca de 5,0% en peso), o 3,0 l/m² de emulsión asfáltica en promedio.

Conformación y revegetalización de taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando una descompresión prematura o excesiva de su base, de tal manera que se asegure la estabilidad de la excavación final. El afinamiento de

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 91 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

taludes consiste en realizar las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes, así como de los taludes de las excavaciones.

En cuanto a la revegetalización, esta actividad se refiere al perfilado de los taludes intervenidos de corte o terraplén, en cualquier clase de material y su revegetalización (**Fotografía 2-23**), 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.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Fotografía 2-23: Revegetalización de taludes.

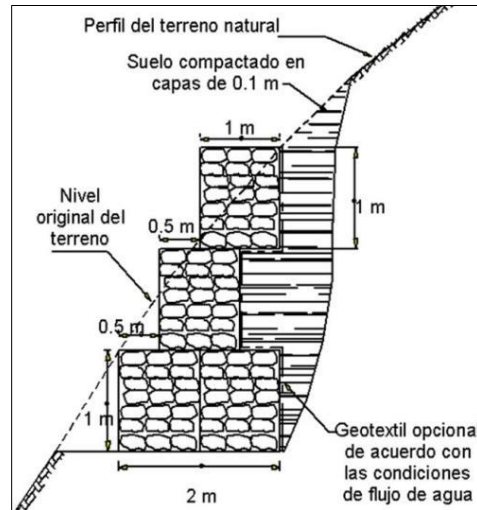
Obras de contención y estabilización

En caso 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

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 92 de 352</p>
---	---	---	---	---

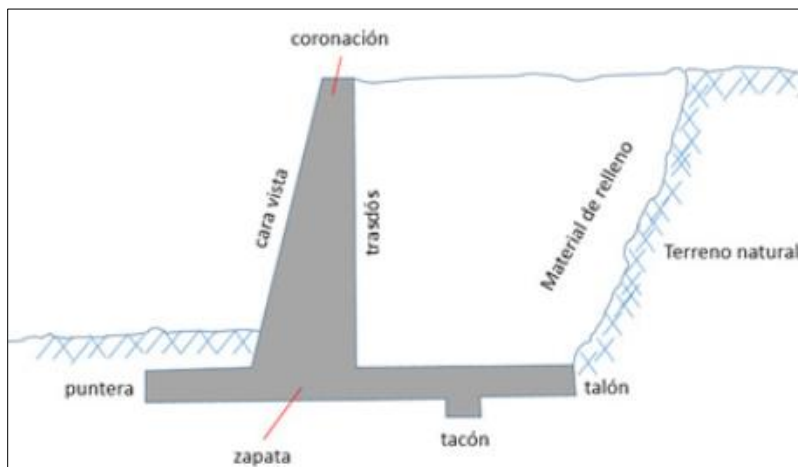
movimiento de la masa fallada al inmovilizar la pata del deslizamiento al comportarse como estructuras flexibles para soportar deformaciones sin perder su capacidad estructural o sus funciones de revestimiento (**Figura 2-24**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-24: Corte transversal de un gavión típico.

Los muros de contención se utilizarán en caso que se requiera detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permitan que estas asuman sus pendientes naturales (**Figura 2-25**). 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.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-25: Corte transversal de muro de contención.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 93 de 352</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 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.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-24: Muro de contención.

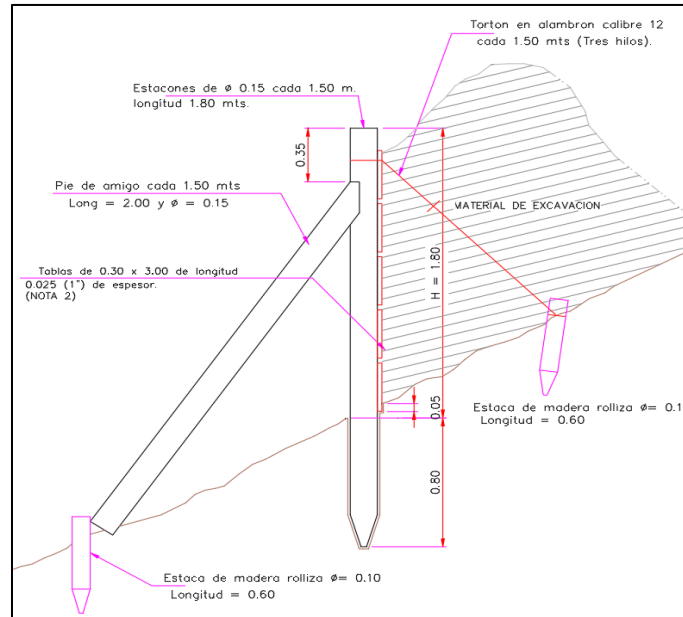
Cuando se identifiquen zonas de inestabilidad de taludes se podrán conformar trinchos laterales paralelos a la vía y/o plataforma a construir y servirán como sistema de contención. Las estructuras de estabilización seguirán los criterios determinados por los diseños de detalle. Los trinchos disipan la energía cinética del agua, controlan el arrastre de materiales, estabilizan el terreno y favorecen la recuperación de la vegetación (**Figura 2-26**).

En todos los casos anteriores se realizará un descapote del área a intervenir, excavaciones 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.

Actividades de finalización: Estas actividades consisten en el retiro de todos los materiales sobrantes, la instalación de la señalización y la reubicación de los cerramientos y/o cercas removidos durante el proceso constructivo.

De igual manera, se realizarán las labores de limpieza final y recuperación del área, iniciando las labores de revegetalización de taludes y zonas planas intervenidas. Cabe anotar que en el Capítulo 7 del presente EIA, se presentan las actividades y medidas a utilizar en el proceso de revegetalización.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 94 de 352</p>
---	---	---	---	---



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-26: Sección transversal de un trincho lateral.

II Plataformas multipozo

En la **Tabla 2-35** se presenta un resumen de las características generales de las plataformas multipozo.

Tabla 2-35: Características de las estrategias de desarrollo del área de desarrollo Llanos 94.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Plataformas multipozo	Ubicación: De acuerdo con resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto.
	Cantidad: 15 plataformas multipozo nuevas y tres (3) plataformas existentes (Grulla y/o proyectadas (Humea y Coimbra).
	Área: hasta cinco (5) ha. Adecuar en cada plataforma multipozo, una (1) zona de operaciones para perforación, una (1) zona de Well testing, una (1) Zona de Disposición de Materiales Estériles (ZODME), una (1) zona de préstamo, una (1) zona de manejo de cortes de perforación (Piscinas), una (1) zona de campamento, una (1) zona de química y una (1) zona para la tea en cada locación. Si la locación es ampliada para facilidades de producción – FP de máximo siete (7) hectáreas, se adecuará adicionalmente una zona de facilidades de producción, una (1) zona de parqueaderos y una (1) zona de helipuerto.
	Área de zonas de préstamo: 1,4 ha.
	Área de ZODME: 0,6 ha.
	Altura máxima de terraplén para las plataformas multipozo: 2,0 m
	Cantidad de pozos de desarrollo a perforar por plataforma multipozo: hasta 126 pozos productores distribuidos en 15 plataformas nuevas y tres (3) existentes, de hasta siete (7) pozos por cada una, con la opción de convertirlos a pozos reinyectores y/o inyectores.
Cantidad de pozos inyectores y/o reinyectores por plataforma multipozo: Hasta dos (2) pozos por plataforma nueva o existente (conversión de pozos productores a pozos inyectores o reinyectores).	

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 95 de 352
---	---	---	---------------------------------	---------------------------------------



ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	Cantidad de pozos para captación de aguas subterráneas por plataforma multipozo: Se solicita permiso de exploración y concesión, para la captación de agua subterránea, en hasta seis (6) pozos profundos, ubicados en cualquiera de las plataformas multipozo nuevas, proyectadas y/o existentes.
	Cantidad de piscinas por plataforma: una (1) zona de manejo de cortes de perforación (Piscinas) con capacidad aproximada de 2500 Bls.
	Profundidad máxima de perforación: La profundidad total estimada de los pozos será 12000 pies TDV.
	Para la perforación, se solicitara la autorización de uso de lodos base agua, aceite y/o sintético.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

A Alternativas de ubicación

La ubicación de las plataformas multipozo dependerá principalmente de dos (2) factores: 1). La ubicación de los depósitos de hidrocarburos, según la disposición de las formaciones objetivo; y 2). Los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación de manejo ambiental del proyecto, es así como se considerarán los siguientes aspectos:

- 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 a construir para las plataformas multipozo, dependerá de las necesidades de infraestructura, De acuerdo con los resultados obtenidos en los pozos perforados.

Es importante señalar que se dará prioridad a las zonas definidas como de baja sensibilidad e importancia ambiental y que se hayan declarado área de intervención sin restricciones en la zonificación de manejo de la actividad, sin perjuicio de que 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.
- Preferir terrenos donde la capacidad portante sea suficiente para soportar el equipo de perforación.
- Examinar la disponibilidad de área y ocupación del espacio.
- Utilizar preferiblemente áreas intervenidas.
- Los cauces de corrientes superficiales no constituyen alternativas de localización.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 96 de 352</p>
---	---	---	---	---

B Especificaciones técnicas

En la **Tabla 2-36**, se presentan las especificaciones técnicas generales que tendrán las plataformas multipozo a construir en el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-36: Especificaciones técnicas de las plataformas multipozo a construir.

PARÁMETRO		MAGNITUD
Área		Hasta cinco (5) Ha por cada plataforma
Taludes de corte	Pendiente	0,5 - 1H: 1V
	Altura	Depende topografía de la zona - menor a 10 m
Taludes de terraplén	Pendiente	0,5 - 2H: 1V
	Altura (*)	Menor a 10 m
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

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Como se mencionó con antelación, para la construcción y adecuación de cada plataforma multipozo, se requerirá un área máxima de intervención de 5,0 ha, distribuidas como se especifica en la **Tabla 2-37**.

Tabla 2-37: Áreas mínimas por cada plataforma multipozo de un área máxima de 5,0 ha.

INSTALACIÓN	ÁREA (ha)
Plataforma de perforación	1,13
Área de piscinas	0,37
Campamento de perforación	0,13
Parqueadero	0,11
Área de préstamo lateral	1,0
ZODME	0,6
Área para facilidades tempranas	0,37
Helipuerto	0,06
Áreas complementarias	1,23
Área total de la plataforma	5,0

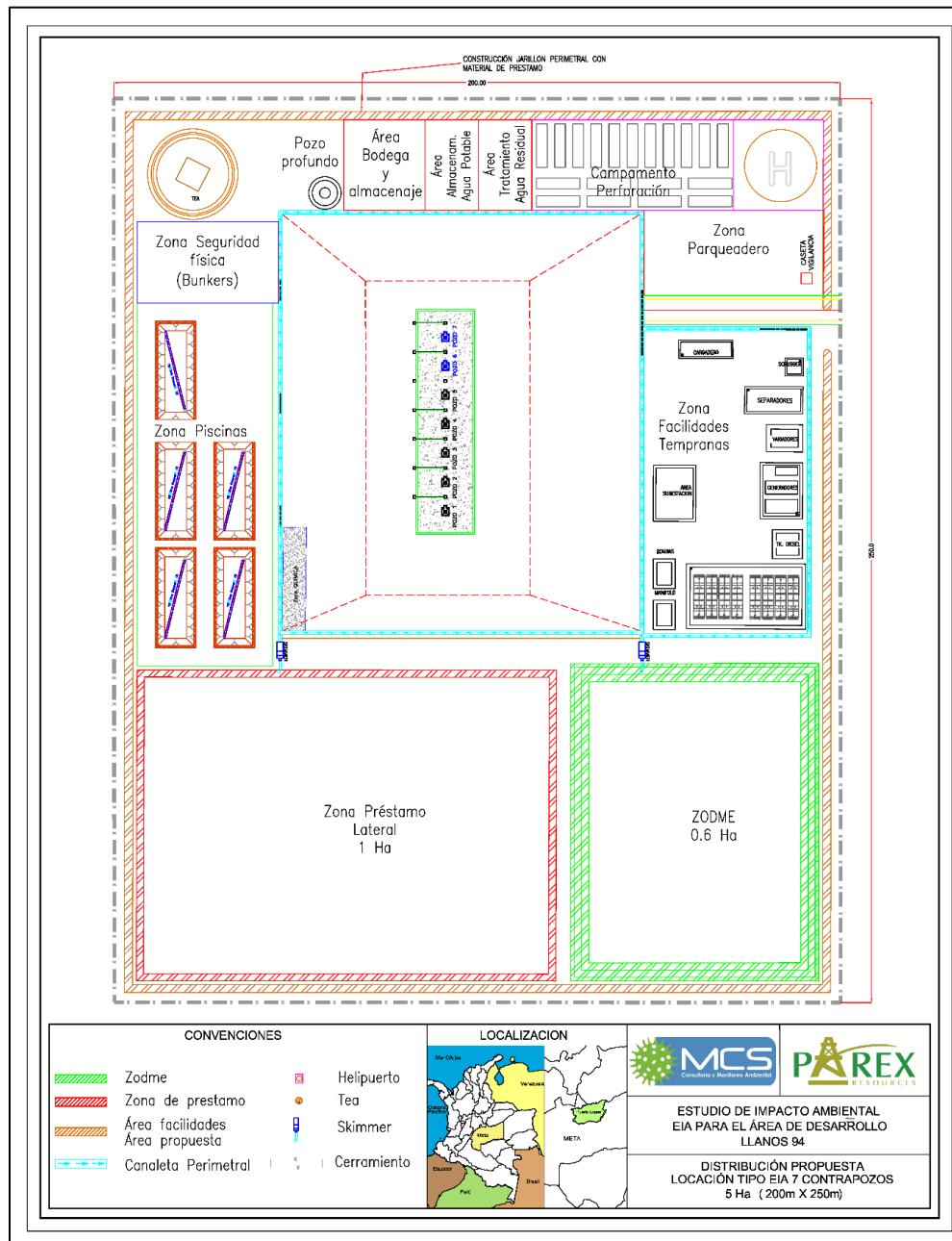
Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

En la **Figura 2-27**, se presenta el diseño tipo a escala, propuesto para la construcción y adecuación de las plataformas multipozo en el área de desarrollo Llanos 94 (**Anexo. Técnico/Diseños**); sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar; cabe resaltar que, si bien durante la obra puede variar la extensión de cada área según la necesidad del proyecto, el área de intervención no deberá superar las cinco (5) ha. El diseño de la plataforma multipozo busca tres (3) objetivos básicos:

- **Funcionalidad:** Se refiere a los requerimientos de espacio y distribución de los equipos dentro del área, de tal forma que se optimicen las condiciones operativas y se aprovechen al máximo las características físicas de la zona elegida para su emplazamiento.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 97 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

- **Seguridad:** Se pretende obtener un diseño seguro desde el punto de vista geotécnico, de acuerdo con las condiciones del terreno y su comportamiento durante las actividades de construcción y operación.
- **Economía:** Busca que las soluciones aplicables a cada uno de los diseños, sean las más económicas dentro de los criterios de seguridad establecidos.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-27: Diseño tipo de plataforma multipozo de 5 Ha.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 98 de 352</p>
---	---	---	---	---

C Métodos constructivos

Este numeral describe la construcción de una plataforma para la perforación de pozos de producción de hidrocarburos. El diseño de la plataforma se realiza mediante corte y relleno compensado, y fue concebido 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.

Al igual que para la adecuación de vías de acceso al proyecto, 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 principales actividades asociadas a la construcción de las plataformas, se divide en tres (3) componentes principales, los cuales estarán descritos a continuación:

- Proceso constructivo de las plataformas multipozo.
- Proceso constructivo de estructuras que hacen parte de las plataformas multipozo.
- Conformación de áreas para la instalación de estructuras de apoyo en la operación de las plataformas.

❖ **Proceso constructivo de las plataformas multipozo**

✓ **Diseño de obras civiles**

La primera actividad previa a la ejecución de cualquier intervención, corresponde a la elaboración de los diseños de la plataforma multipozo, donde se incluye el o los pozos de perforación, teniendo en cuenta las características socio ambientales del área.

En el diseño se realizará la topografía detallada del área previamente definida, la cual estará debidamente georreferenciada. Se instalarán mojones de referencia topográfica para efectos del replanteo posterior de las obras proyectadas. Con base en la topografía y en el reconocimiento detallado de campo se elaborarán los planos de diseño de obras definitivas.

✓ **Localización y replanteo**

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 99 de 352
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------------

Con base en los planos de diseño definitivo y tomando como puntos de amarre topográfico los mojones de referencia que se instalarán durante la etapa de diseño, se procederá al replanteo del área de la plataforma multipozo por parte de una comisión de topografía. El objetivo de esta actividad es demarcar todos los elementos que conforman la plataforma multipozo, de tal manera que se identifiquen claramente las áreas a intervenir por la construcción.

✓ **Movilización de materiales, maquinaria y equipos**

Una vez se cuente con el replanteo, inicia la movilización de materiales, maquinaria y equipos con el objeto de comenzar 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.

✓ **Desmote y descapote**

Se procederá al retiro de la capa vegetal del suelo (materia orgánica, tierra, material vegetal y raíces) en un espesor aproximado de 30 cm, para lo cual se empleará un buldócer. El espesor final a retirar se determinará en el momento de la remoción.

El material de descapote retirado de las áreas de intervención para la construcción y adecuación de plataforma multipozo, se acopiará provisionalmente y será aprovechado en las actividades de revegetalización. En la **Fotografía 2-25** se muestra la ejecución de los trabajos de desmote y descapote que se realizará en las plataformas multipozo.

El material obtenido durante el desmote, se empleará para la construcción de casetas y/o se entregará a los habitantes de la zona para su empleo en la ejecución de adecuaciones a sus viviendas, para lo cual deberán diligenciarse las respectivas actas de entrega.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-25: Limpieza y descapote para la construcción de una plataforma multipozo.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 100 de 352</p>
---	---	---	---	--

✓ **Corte, excavación y relleno compensado**

Consiste en la conformación de la sub-rasante del área en la que se construirá cada una de las plataforma multipozo; realizando actividades de cimentación con los rellenos del material proveniente del corte y las excavaciones (corte y relleno compensado). Se extenderá capas de 20 cm a 30 cm, de acuerdo con los niveles indicados en el diseño y establecidos por la comisión de topografía. En caso de requerirse, el material para la conformación del terraplén se obtendrá de zonas de préstamo lateral, las cuales sus especificaciones y manejo se presentan en el **Capítulo 4** del presente EIA (**Fotografía 2-26** y **Fotografía 2-27**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-26: Excavaciones y rellenos para la conformación de una plataforma multipozo.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-27: Taludes típicos de una plataforma multipozo.

✓ **Construcción de obras de drenaje y geotecnia**

Las obras de subdrenaje corresponden a filtros conformados por lechos granulares colocados dentro de una zanja. Se instalarán en las depresiones del área, para evacuar de la plataforma multipozo de perforación los posibles caudales de agua que puedan infiltrarse desde los sectores aledaños a la misma. Su distribución y localización se detallará en el PMA específico, previa finalización de los diseños detallados.

La construcción de obras geotécnicas contribuye con la estabilidad de la obra, tanto en construcción, como en operación; de éstas depende su funcionalidad óptima en cualquier época del año.

✓ **Conformación de la superficie de la plataforma multipozo**

Esta labor consiste en la adecuación y nivelación de una superficie que sirva de base para la instalación de estructuras y equipos o de acabado final del área de la plataforma multipozo; deberá perfilarse de tal forma que garantice el flujo

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 101 de 352</p>
---	---	---	---	--

adecuado de las aguas de escorrentía hacia los respectivos sistemas de conducción. De acuerdo con las características del suelo in situ y la disponibilidad de materiales de construcción en la zona, así como del equipo, infraestructura y tiempo de perforación, la rasante a implementar podrá estar conformada por cualquiera de las siguientes alternativas:

✓ **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 (**Fotografía 2-28**), de forma adecuada hasta alcanzar el espesor y las cotas establecidas en los diseños. La compactación se realizará como mínimo al 95% de proctor modificado de tal forma que se garantice el sello de la superficie.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-28: Compactación de capas de afirmado.

✓ **Suelo estabilizado con 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.

❖ **Sistema de manejo de aguas lluvias y aceitosas en las plataformas:**

El sistema de manejo de aguas en las plataformas multipozo del área de desarrollo Llanos 94, se construye con el fin de manejar de forma adecuada los volúmenes de aguas lluvias limpias y las aguas aceitosas procedentes del área del taladro

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 102 de 352</p>
---	---	---	---	--

durante las labores de perforación. A continuación, se describen cada uno de los componentes del sistema de manejo de aguas en las plataformas multipozo:

✓ **Cunetas de aguas aceitosas-perimetrales:**

Este sistema presenta varias alternativas de optimización, las cuales dependerán entre otras, de las condiciones climáticas y edáficas del sitio, así como del tiempo estimado para realizar las labores del proyecto.

Consiste en un sistema cuya finalidad es recoger, conducir y manejar las aguas aceitosas generadas durante la operación y el lavado de la infraestructura del equipo de perforación mediante cunetas perimetrales excavadas en el terreno natural con geometrías y pendientes definidas. Las cunetas se ubicarán alrededor de los equipos requeridos durante la perforación.

De acuerdo con las características de los suelos de fundación y el tiempo de perforación, el material correspondiente al acabado de las mismas puede ser:

- Revestimiento en suelo-cemento.
- Sacos rellenos de suelo o suelo cemento instalados sobre el terreno natural.
- Geomembranas o geotextiles instalados sobre el terreno natural.
- Paneles portátiles de lámina, unidos mediante soldadura o pernos con juntas impermeabilizadas.
- Cualquier otro material que pueda utilizarse para cumplir sus funciones e impida la afectación del medio.
- Concreto fundido en sitio, para conformar una estructura monolítica y sin juntas (**Fotografía 2-29**), y su diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

De acuerdo con el equipo y tiempo estimado para la perforación, se podrá disminuir la longitud de desarrollo de las cunetas de aguas aceitosas, para lo cual, todos los equipos que presenten riesgos de derrame se deben ubicar sobre geomembranas apoyadas en soportes perimetrales de tal de tal manera que se conforme un dique para contener eventuales fugas (**Fotografía 2-30**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 103 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-29: Cunetas en concreto fundidas en sitio para manejo de aguas aceitosas.



Barrera permeable con geomembrana sobrepuesta

Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-30: Equipos ubicados sobre geomembranas con diques de contención.

Así mismo, dependiendo del equipo de perforación, la zona de la plataforma multipozo, se podrá conformar con drenaje hacia el interior del contrapozo de tal manera que los residuos de la perforación puedan ser devueltos al interior del mismo.

✓ **Skimmer:**

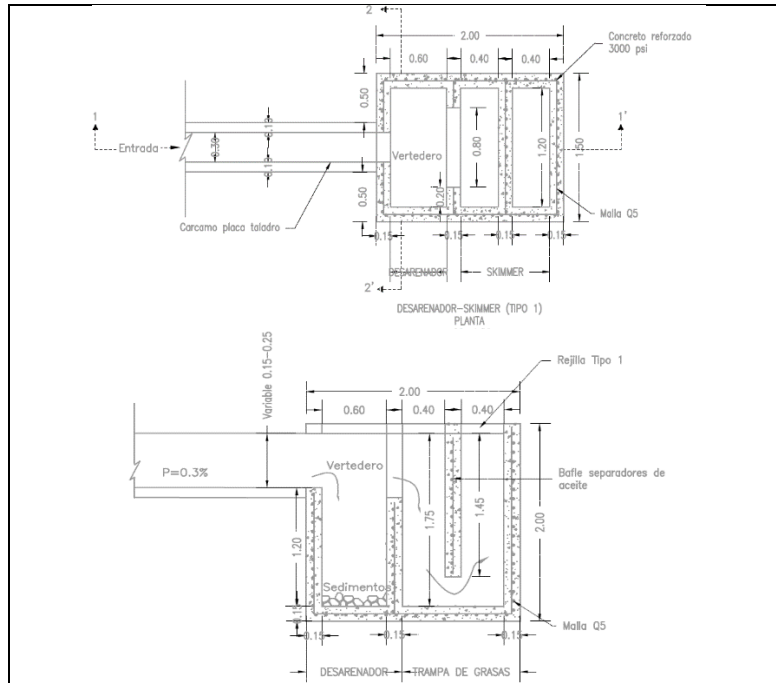
Consiste en una estructura de dos compartimentos rectangulares que reciben las aguas aceitosas provenientes de la zona del taladro y equipos auxiliares. En la primera cámara del skimmer se hace la separación, mediante a un tabique ubicado al final que permite el paso del agua por debajo hacia la segunda zona, mientras las grasas y aceites flotan en la primera. El diseño típico se presenta en la **Figura 2-28**, mientras que el proceso constructivo se puede observar en la **Fotografía 2-31**.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-31: Obras típicas de construcción de un skimmer.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 104 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-28: Diseño típico de un skimmer.

Estas estructuras son cerradas, de manera que durante la actividad de perforación u operación del pozo, sean contenidos los aceites generados en el proceso. Los fluidos contenidos serán bombeados para su manejo según se menciona en el capítulo de perforación.

La estructura del skimmer se construirá en concreto y mampostería en ladrillo común. Así mismo, contará con cuatro (4) compartimientos para efectuar la sedimentación de sólidos y retener grasas en operación repetida. El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

✓ **Trampa de grasas:**

La trampa es una caja en concreto impermeabilizado donde posee muros y placa de fondo y pantallas para retener grasas y aceites con aguas residuales y lluvias (**Fotografía 2-32**). Su diseño tipo a escala se incluye en el Anexo. Técnico/Diseños ; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 105 de 352</p>
---	---	---	---	--



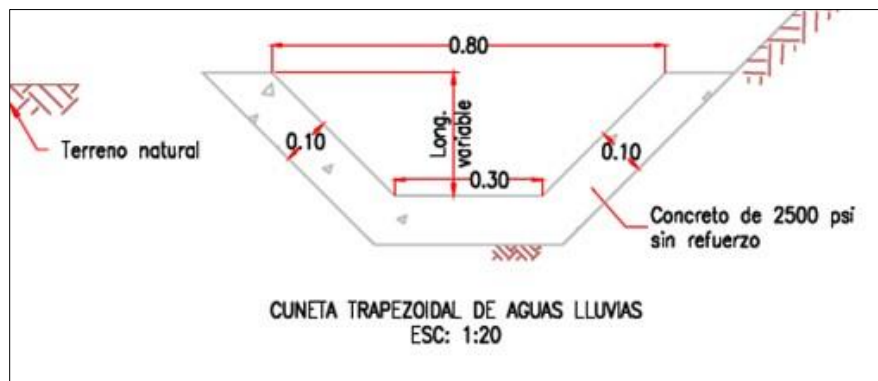
Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-32: Obras típicas de construcción de un skimmer.

✓ **Cunetas de aguas lluvias:**

Como parte del sistema de drenaje de la plataforma y una vez conformada la rasante de la misma, se procederá con la construcción de cunetas de aguas lluvias perimetrales al terraplén. Serán de sección trapezoidal en todo el contorno de la explanación (**Figura 2-29**); 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 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. Para casos de pozos exploratorios, se podrán construir en geomembrana o materiales sintéticos, siempre garantizando la adecuada conducción de agua hacia los Skimmers y desarenadores.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-29: Sección transversal de una cuneta perimetral.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 106 de 352</p>
---	---	---	---	--

En algunos casos, dadas condiciones de topografías planas, donde es necesario construir la localización totalmente en terraplén, no será necesario construir canales de aguas lluvias, pero si plantear algunas obras y medidas que permitan realizar un manejo adecuado, como se mostrará más adelante. El material previsto para el terminado de las cunetas, dependiendo de parámetros como las características de los suelos, la topografía de la zona, el tiempo de perforación y las facilidades de desmantelamiento, podrán ser:

- **Sacos rellenos de suelo o suelo-cemento instalados sobre el terreno natural:** Esta opción busca dar una protección al suelo de tal manera que se minimicen los procesos de socavación. Consiste en llenar y sellar sacos de fibra natural con suelo sobrante o una mezcla de suelo-cemento sin elementos extraños como palos, vegetación o cualquier otro que pueda disminuir la vida útil del saco (**Fotografía 2-33**).
- **Geomembranas o geotextiles instalados sobre el terreno natural:** Consiste en instalar una geomembrana o textil impermeable que garantice la protección del suelo, evite procesos de socavación y facilite la rápida evacuación de las aguas lluvias (**Fotografía 2-34**).
- **Paneles portátiles en lámina, unidos mediante soldadura o pernos con juntas impermeabilizadas:** Son estructuras prefabricadas en lámina de fácil transporte, instalación y desmonte. El cuidado que implica, radica en el adecuado sellado de las juntas para impedir fugas; su funcionalidad reside en su posibilidad de reutilización para otros proyectos y además no demandan uso o aprovechamiento de materiales de construcción.
- **Paneles prefabricados de concreto con impermeabilización de las juntas:** Al igual que las anteriores son estructuras portátiles que implican un manejo mayor y más adecuado, ya que debido a las características del concreto, principalmente al peso específico, deben ser unidades de longitudes menores a 1,0 m de tal manera que se facilite el transporte, instalación y retiro (**Fotografía 2-35**).
- **Concreto fundido en sitio, para conformar una estructura monolítica y sin juntas:** Es la alternativa tradicional ya que garantiza la protección del medio, el manejo adecuado de las aguas y otorga una mayor vida útil al sistema de drenaje. Su aplicación óptima se hace para proyectos de duración considerable, así como en sitios en donde las condiciones de estabilidad del terreno y de pluviosidad son críticas y necesitan de una estructura funcional, segura y durable (**Fotografía 2-36**). El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 107 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-33: Cunetas de aguas lluvias terminada en sacos rellenos suelo-cemento.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-34: Cunetas en geomembrana para manejo de aguas lluvias.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-35: Cunetas perimetrales prefabricadas en concreto.



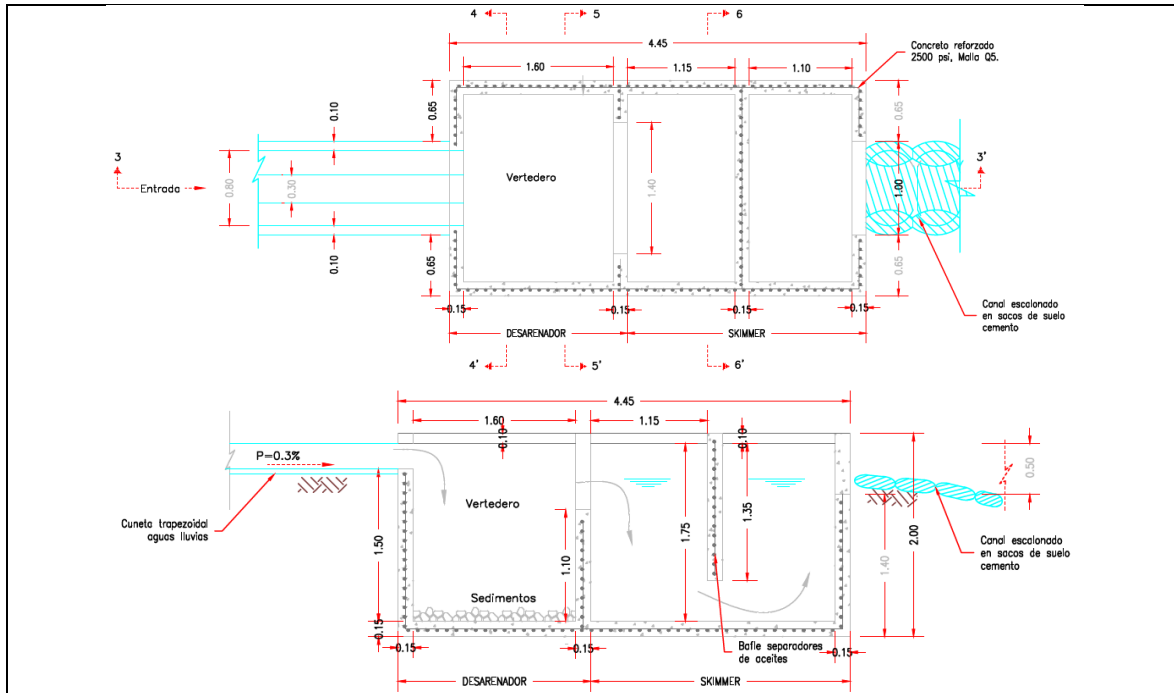
Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-36: Construcción cunetas perimetrales en concreto.

✓ **Desarenador:**

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 presenta en la **Figura 2-30**; estas estructuras pueden ser construidas en concreto o lámina, como se describe a continuación:

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 108 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-30: Diseño típico de un desarenador.

- **Desarenador en concreto reforzado:** Es una alternativa aplicable cuando las labores del proyecto sean prolongadas y/o cuando las condiciones de estabilidad del terreno justifiquen la construcción de una estructura durable y funcional (**Fotografía 2-37**). La estructura construida en concreto impermeabilizado reforzado con doble malla. El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.
- **Desarenador portátil en lámina:** Es una estructura práctica, de fácil transporte, instalación y desmonte con ayuda de maquinaria; no demanda uso de materiales de construcción, minimiza la afectación del medio en la etapa de desmantelamiento, por lo cual es aplicable a todo tipo de proyectos y además es reutilizable (**Fotografía 2-38**).

✓ **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 se muestra en la Figura 2-31.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 109 de 352</p>
---	---	---	---	--



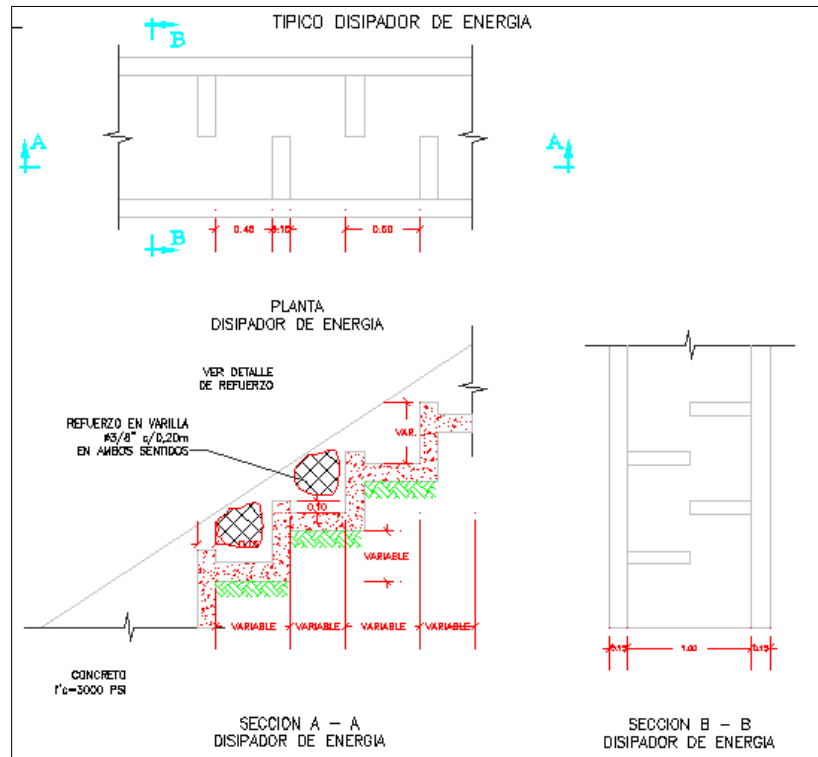
Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-37: Desarenador convencional en concreto.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-38: Desarenador portátil en lámina.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-31: Diseño típico de un disipador de energía.

❖ **Proceso constructivo de estructuras que hacen parte de las plataformas multipozo**

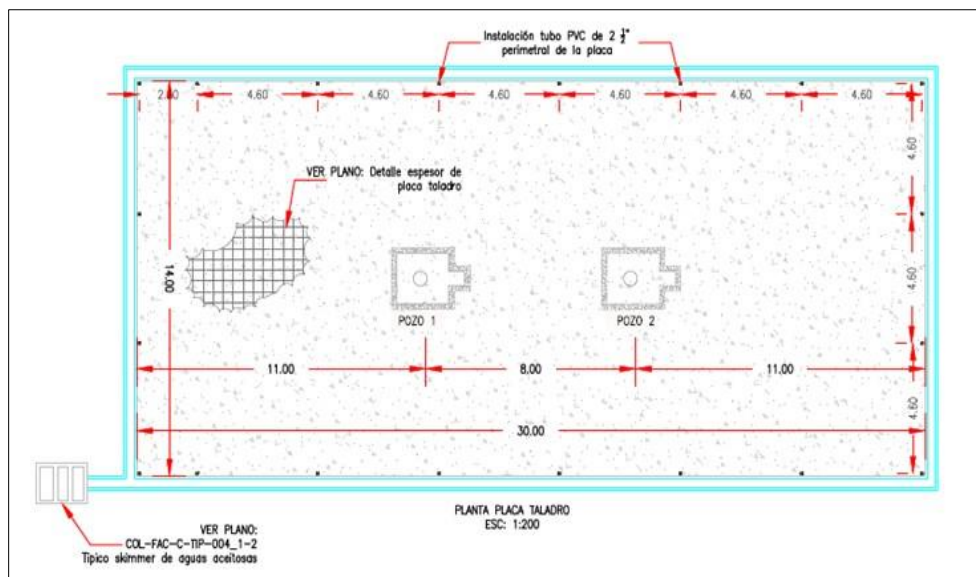
En términos generales, dentro de cada plataforma multipozo se contempla la construcción de las siguientes estructuras:

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 110 de 352</p>
---	---	---	---	--

✓ **Placa de concreto para el taladro y equipos auxiliares:**

El objetivo de la construcción de las estructuras de soporte en concreto es evitar la infiltración de hidrocarburos u otros elementos contaminantes en el suelo; así como también facilitar la limpieza del área.

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 2-32 y Fotografía 2-39**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-32: Diseño típico la placa para el taladro.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-39: Alistado para la construcción de la placa de concreto del taladro.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 111 de 352</p>
---	---	---	---	--

Como alternativas adicionales se podrá realizar el mejoramiento del área mediante la estabilización del suelo con cemento con una dosificación aproximada del 3,0 al 8,0% 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.

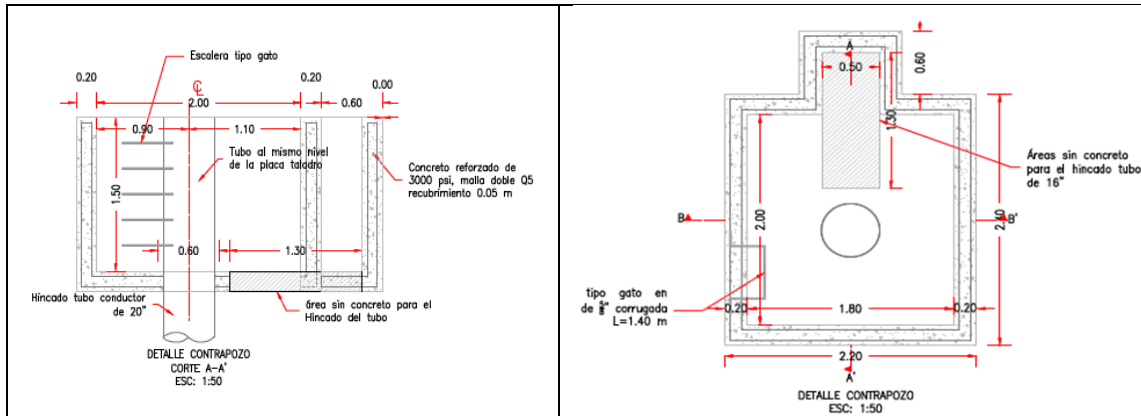
El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

✓ **Contrapozo:**

Para la perforación de cada pozo será necesaria la construcción de un contrapozo a través del cual desciende la tubería de perforación. 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. El diámetro del tubo conductor podrá ser de 16" a 30" según diseños del pozo y requerimientos particulares del equipo de perforación a movilizar.

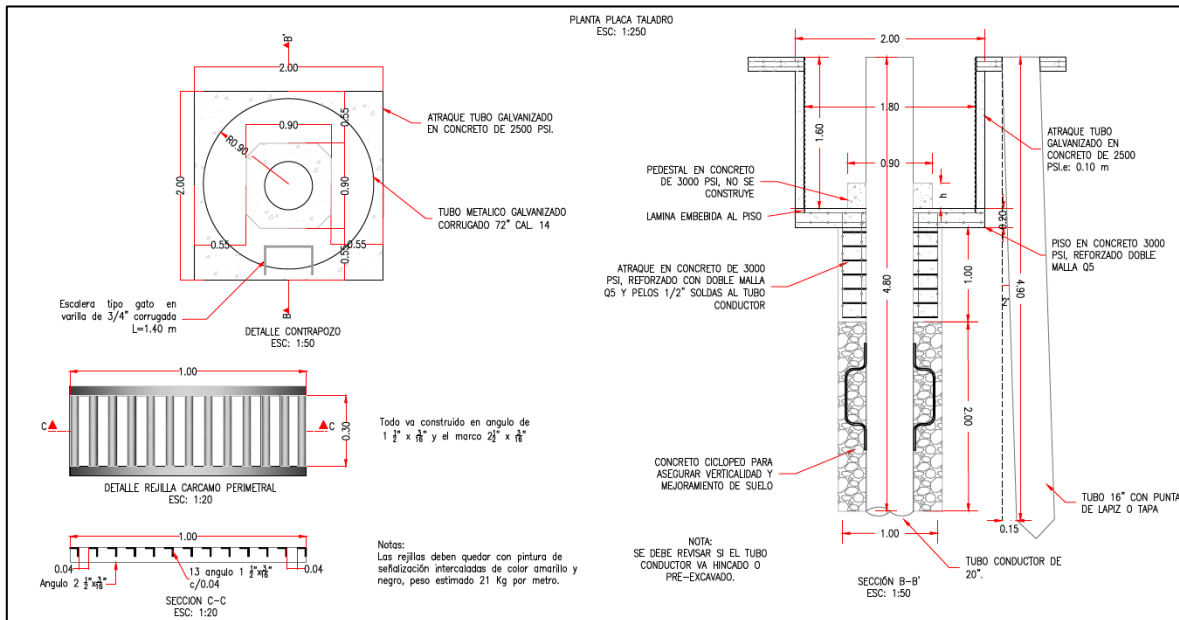
Las dimensiones y detalles del contrapozo se pueden observar en el **Anexo. Técnico/Diseños**, a manera de ejemplo, en la **Figura 2-33** se aprecian las especificaciones de diseño para un contrapozo de 1,8 m x 2,0 m, de tipo cuadrado, y en la **Figura 2-34**, el diseño tipo para un contrapozo circular de 2,0 m x 2,0 m; en la **Fotografía 2-40** se observan las obras típicas de construcción de la estructura.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 112 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-33: Diseño típico de un contrapocho cuadrado.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-34: Diseño típico de un contrapocho circular.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 113 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-40: Obras típicas de construcción de contrapozo.

✓ **Anclajes en concreto:**

Para contrarrestar las cargas de viento, dar soporte y estabilidad a la torre de perforación, en caso de requerirse, se deben fundir cuatro (4) muertos de anclaje distribuidos en la plataforma multipozo de acuerdo con la ubicación del equipo de perforación, para el amarre de los vientos (tensores que dan estabilidad a la torre). Estos deberán ir en concreto reforzado. Los anclajes deben soportar una fuerza de aproximadamente 18000 libras en la dirección al pozo con un ángulo de 40° con la horizontal (conforme con las recomendaciones de las condiciones generales de la norma API, Rig Works, Inc.), las dimensiones de estas cajas son de aproximadamente 1 m x 1 m x 1 m De acuerdo con la estabilidad del suelo pues van enterradas y tienen en su parte inferior un tubo de acero en "T" al que se amarran los extremos de la guaya dejando un ojo que sobresalga de su superficie (**Fotografía 2-41**). El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-41: Anclajes de concreto.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 114 de 352</p>
---	---	---	---	--

✓ **Piscinas de tratamiento de cortes, aguas residuales y/o contingencias (en caso de requerirse).**

Durante la actividad de perforación se requiere disponer permanentemente de agua y un sitio de disposición de cortes de perforación, para lo cual se construirán piscinas de almacenamiento semienterradas o a nivel recubiertas en geomembrana. El proceso constructivo inicia con la excavación mecánica controlando los taludes establecidos en los planos de diseño. Una vez conformada la superficie, se construye en el fondo un filtro con material granular y tubería PVC con el objetivo de drenar el agua que llegue a infiltrarse entre el suelo y la geomembrana a instalar.

Una vez conformada la superficie y terminado el filtro de cada piscina, se instala una geomembrana de mínimo 30 mils (en caso de existir materiales punzantes se instalará un geotextil para su protección), la cual se ancla en la parte superior del talud haciendo una zanja de por lo menos 20 cm de profundidad perimetral a la piscina (a 1,0 m del borde) y colocando sacos de suelo o material muy bien compactado. La capacidad de cada piscina será aproximadamente de 2,500 Bbls y se construirá según se aprecia en la **Figura 2-35**. La geomembrana debe quedar termo fundida para evitar infiltraciones al suelo del material contenido; el diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**. Cabe anotar que, las piscinas estarán totalmente en corte, las cuales se impermeabilizarán por medio de instalación de geomembranas y contarán con un sistema de drenaje de aguas lluvias constituidas por cunetas trapezoidales revestidas en concreto (**Fotografía 2-42**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-42: Instalación de la geomembrana para la construcción de piscinas.

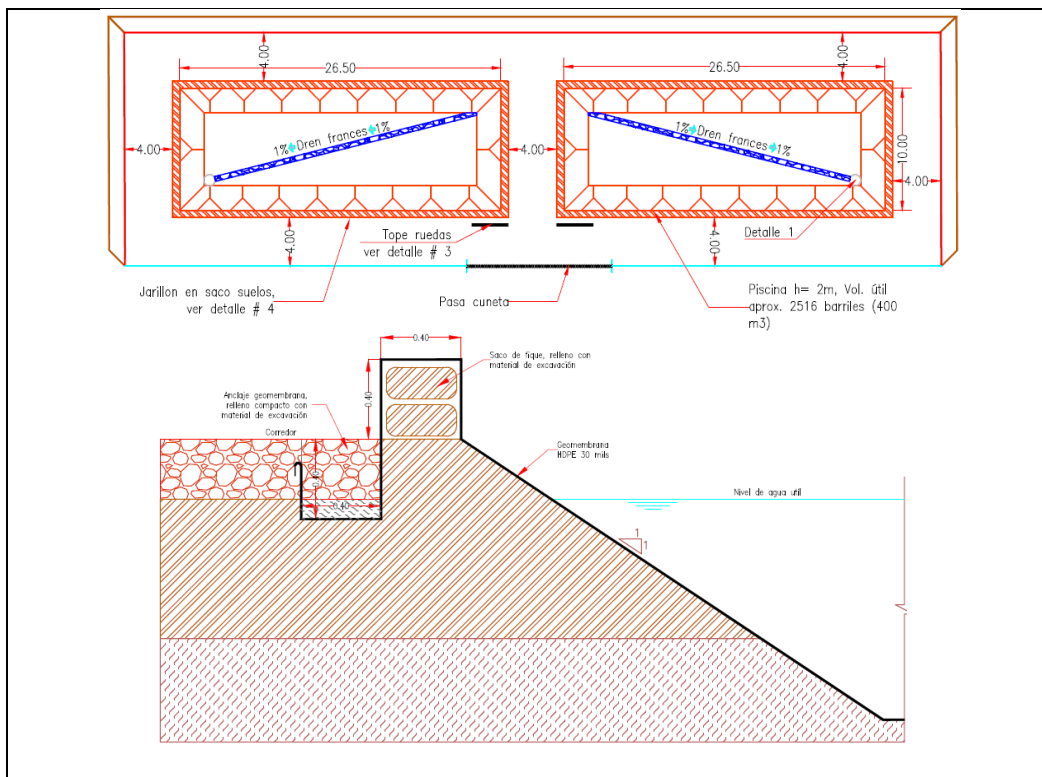
Para el recubrimiento de estas estructuras se empleará una membrana geosintética, cuyo rango de espesor varía entre 0,5 mm y 6,0 mm. Las secciones de geomembrana serán soldadas mediante un sistema de extrusión o fusión (cuña caliente) De acuerdo con el diseño establecido. Las juntas soldadas serán probadas en el sitio para el aseguramiento de su calidad. Se podrán utilizar geomembranas lisas de alta calidad, de polipropileno de alta densidad,

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 115 de 352</p>
---	---	---	---	--

generalmente producidas a partir de una resina virgen de polietileno especialmente formulada.

Contienen aproximadamente un 97,5% de polietileno, 2,5% de negro de humo y trazos de antioxidantes y estabilizadores térmicos. Tienen resistencia química, propiedades mecánicas, resistencia a las fisuras causadas por exposición ambiental y características de envejecimiento térmico excepcionales. Se pueden utilizar en aplicaciones que requieran de una resistencia química superior. En general, se pueden utilizar este tipo de geomembranas:

- **Geomembranas texturizadas:** Son producidas usando dos (2) técnicas de fabricación diferentes incorporan el proceso de texturado con el de la extrusión de la lámina. Son fabricadas a partir de un proceso secundario de texturizado patentado que crea una geomembrana que tiene las máximas propiedades mecánicas. Cada método puede producir una lámina con una o ambas caras texturizadas.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-35: Diseño típico de las piscinas de cortes y almacenamiento de agua.

- **Geomembranas especiales:** Son usadas en aplicaciones donde se requieran ensayos de campo sobre toda la superficie del recubrimiento después de su instalación. La superficie eléctricamente conductiva permite la realización

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 116 de 352</p>
---	---	---	---	--

de ensayos con chispa eléctrica sobre el 100% de la superficie después de la instalación con equipos estandarizados de chispa holiday.

- **Geomembranas blancas:** Tienen una superficie reflectiva estabilizada UV. Esto reduce la temperatura del recubrimiento mediante la reflexión de la luz solar, reduciendo el arrugamiento de la geomembrana por efecto de la expansión y contracción. La superficie blanca también facilita una vereda visual de la superficie para determinar los daños durante la instalación.
- **Geomembrana retardante:** Es una geomembrana que retarda la llama y es usada en aplicaciones donde haya restricciones de materiales inflamables. Adicional a lo anterior, en las piscinas de tratamiento se tiene contemplado la instalación del dren tipo francés, el cual, se construirán en el fondo de las piscinas, en diagonal, con longitud aproximada de 20 metros.

La profundidad del dren debe variar entre 0,6 m (al inicio) y 0,9 m (al final) y el ancho es aproximadamente 0,6 m. El material filtrante (grava limpia de 2" a 4"), va envuelto en su totalidad con geotextil, con un traslapo en la cara superior de aproximadamente 0,3 m. Al fondo, en el centro de la sección transversal, se instalará a todo lo largo del dren, tubería perforada de aproximadamente 4". El dren descola en una caja de bombeo construida con concreto, que tendrá instalado un tubo de PVC de aproximadamente 8" que saldrá a la superficie y que será utilizado para evacuar el agua del nivel freático o el agua de las piscinas en cualquier contingencia (**Fotografía 2-43** y **Fotografía 2-44**). El diseño tipo a escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-43: Instalación de barrera de sacos de suelo en el perímetro para el anclaje de la geomembrana y del dren francés.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-44: Tubo de 8" que sirve para evacuar el agua que por nivel freático llega a caja de bombeo.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 117 de 352</p>
---	---	---	---	--

✓ **Zonas de disposición de materiales sobrantes de excavación (ZODME):**

Las ZODME's serán sitios para disponer materiales sobrantes de excavación generados por los procesos constructivos y para la disposición de cortes tratados provenientes de la perforación, para lo que se proyecta la construcción y/o adecuación de ZODME's de hasta 0,6 Ha dentro del área de intervención de cada plataforma multipozo.

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 ZODMES también se podrá realizar riego de aguas tratadas y se podrán disponer materiales sobrantes de excavación y cortes de perforación base agua (WBM) previamente estabilizados. En el **Capítulo 4** del presente estudio se presenta el modelo de la capacidad portante, con base en el diseño y tipo de suelo identificado en el área de desarrollo Llanos 94.

Para las ZODMES conformadas con cortes de perforación estabilizados base agua se deberá construir sobre geomembrana que impida el contacto con el suelo natural, cunetas perimetrales u otras obras que garantice que el agua de escorrentía no drenará a cuerpos de agua cercanos.

Las actividades que involucran la construcción y adecuación de las ZODMES para el área de desarrollo seguirán las recomendaciones y especificaciones presentadas en la **Tabla 2-38**; el diseño tipo de observa en la **Figura 2-36** y **Figura 2-37**.

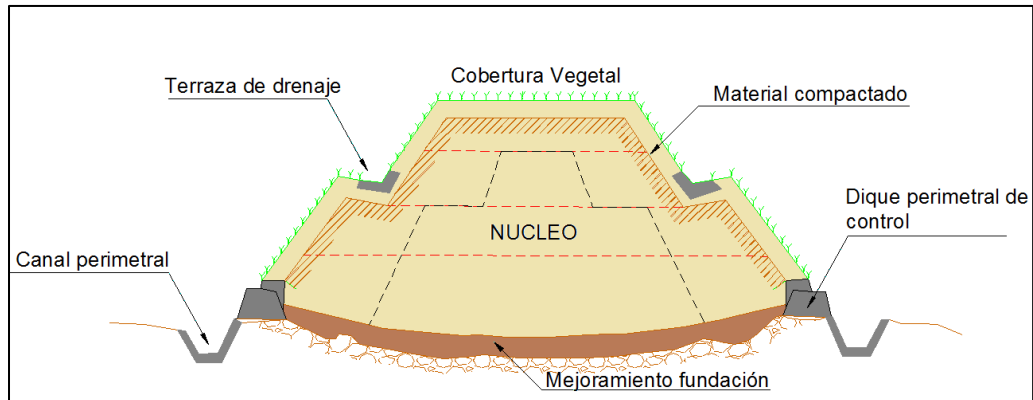
Tabla 2-38: Especificaciones técnicas para construcción de una ZODME.

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 0,6 Ha para cada plataforma de 5 Ha

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

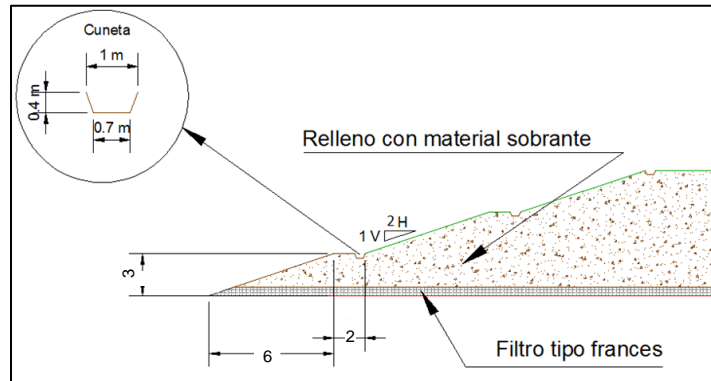
La capacidad definitiva de cada ZODME será presentada en el PMA específico, donde se incluirá las dimensiones, volúmenes y las obras de estabilización a construir en caso de ser requeridas.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 118 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-36: Diseño tipo de una ZODME.



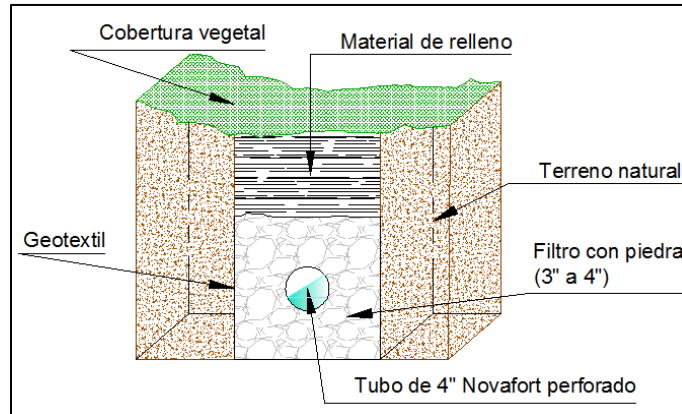
Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-37: Diseño tipo ZODME, vista perfil.

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 (**Figura 2-38**).

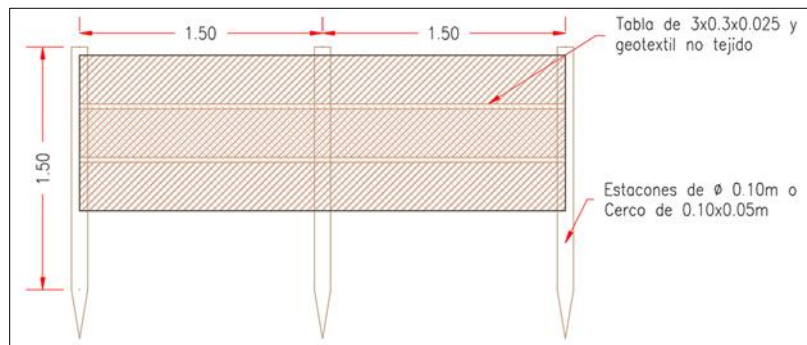
<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 119 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-38: Sección típica para filtro tipo francés en la base de una ZODME.

- 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). Con el objeto de evitar que estos materiales sean arrastrados por las lluvias, se conformarán y compactarán con equipos mecánicos y, en los límites de las áreas de disposición, se construirán trinchos en madera o tubería metálica y geotextil como se muestra en la **Figura 2-39**.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-39: Trinchos para la contención del material.

- 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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 120 de 352</p>
---	---	---	---	--

- 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 empradización 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 121 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

✓ **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 (**Fotografía 2-45**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-45: Superficie modular portátil – vista panorámica.

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 (**Fotografía 2-46**).
- 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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 122 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-46: Superficie modular portátil - instalación.

❖ **Conformación de áreas para la instalación de estructuras de apoyo en la operación de las plataformas**

Dentro de las plataformas multipozo, se contemplan diferentes áreas donde instalarán estructuras de apoyo, tales como tanques, casetas, campamentos, facilidades tempranas, etc.; o zonas libres para parqueaderos o vías de circulación interna, entre otras.

✓ **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 m, 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.

✓ **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

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 123 de 352</p>
---	---	---	---	--

esta capa de arena se instalan los tanques de almacenamiento transportables y algunos equipos de proceso como bombas, separadores, etc (**Fotografía 2-47**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-47: Diques para tanques de almacenamiento.

✓ **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 2-48).

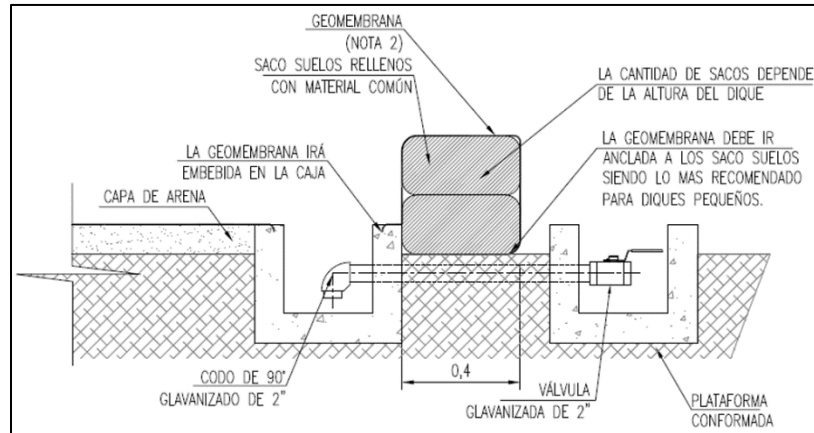


Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Fotografía 2-48: Diques para equipos auxiliares.

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 que sea agua lluvia y no contenga ningún tipo de contaminación; o a plantas externas en caso 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 2-40**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 124 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-40: Sección transversal de una caja de drenaje típica.

✓ **Área para tanques de tratamiento:**

En el caso de no manejar dichos residuos en piscinas, se contempla el tratamiento de las aguas residuales y cortes de perforación en tanques de tratamiento tipo frac tank, catch tank y/o australianos (**Fotografía 2-49**), son estructuras en acero galvanizado, con un espesor que varía de 0,90 mm hasta 4 mm, diámetros de 2,73 - 30,95 m y capacidad de hasta 4000 m³; empleados en el tratamiento de lodos y aguas residuales industriales.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-49: Tanques australianos y tanques tipo frac tank.

El montaje de los tanques australianos requiere de la limpieza, nivelación del terreno y excavación según el área planteada para la fabricación de la losa. Posteriormente, se instala la tubería, boca de desagüe y rebose, y se compacta y rellena el área excavada con piedra picada para dar apoyo y drenaje uniforme. Luego de la ejecución de las obras, se procederá con el ensamblaje de la armadura del tanque, empleando bandas de goma o sellador mono-componente y pernos. Finalmente, se llena el encofrado con concreto, que será fraguado para evitar filtraciones.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 125 de 352</p>
---	---	---	---	--

✓ **Área para almacenamiento de químicos:**

Es la zona donde se acopian todas las sustancias químicas para las actividades del proyecto, que se requieren para el desarrollo del mismo. La caseta de almacenamiento de químicos se compone de una placa en concreto, la estructura tipo de estas casetas es en madera rolliza y paredes en lámina galvanizada. El diseño tipo a escala se incluyen en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

✓ **Área de almacenamiento de combustible (si aplica el caso):**

El combustible requerido para el funcionamiento de generadores y equipos será almacenado en tanques, cuya capacidad dependerá del equipo de perforación empleado. El área de tanques de combustibles estará protegida con un dique de confinamiento con capacidad del 110% de la capacidad de almacenamiento del tanque de mayor volumen, el suelo estará impermeabilizado y contará con cunetas y caja de recolección de aguas aceitosas. El diseño tipo a escala se incluyen en el Anexo. Técnico/Diseños ; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

✓ **Área de almacenamiento de residuos sólidos:**

Se debe construir o adecuar un espacio para el almacenamiento de residuos sólidos generados durante la etapa de perforación. La superficie del sitio al igual que las demás superficies de la plataforma multipozo podrá estar ubicada sobre el terreno natural, afirmado, concreto o con cualquier otro material, que garantice la estabilidad, funcionalidad y la protección del medio y sobre el cual se ubicarán estibas. La estructura de la caseta podrá ser:

- ✓ **Estructura de acopio transportable:** Corresponde generalmente en una estructura metálica con cubierta, que consta de varios compartimientos y que cuenta con una bandeja para la retención de eventuales lixiviados que puedan generarse. La estructura puede reutilizarse cuando ya no se necesite y una vez sea desmontada del sitio (**Fotografía 2-50**).
- ✓ **Caseta portátil:** Puede corresponder a una estructura también de varios compartimientos, de fácil armado y desmantelamiento en cualquier material que sea funcional y no genere mayores impactos.
- ✓ **Caseta fija:** Corresponderá a una estructura techada que se instalará de forma fija y cuya vida útil se ajustará a la duración del proyecto. Su dimensionamiento y distribución será tal que se garantice la seguridad, funcionalidad y la protección del medio (**Fotografía 2-51**). El diseño tipo a

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 126 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

escala se incluye en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-50: Caseta transportable de residuos sólidos.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-51: Acopios tipo fijos de residuos sólidos.

- ✓ **Área para el manejo de lodos, taller de soldadura y planta de lodos activados (si aplica):**

Se establecerá una zona para el manejo de lodos. Al igual, se dejará un área para el taller de soldadura y un área para la planta de lodos activados.

- ✓ **Área de campamentos y oficinas:**

En estas áreas se localizan los contenedores que cumplen la función de campamentos y/u oficinas, donde se ubican las personas que intervendrán durante el proceso de ejecución y puesta en operación del proyecto (**Fotografía 2-52**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-52: Área de campamento de personal.

Adicional a lo anterior, se contempla campamentos instalados que operarán durante la vida útil del proyecto, con las siguientes áreas de servicio:

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 127 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

- ✓ Área de oficinas.
- ✓ Alojamiento de personal de coordinación y operarios de maquinaria.
- ✓ Área para casino.
- ✓ Área para instalaciones sanitarias (baños portátiles).
- ✓ Área para el tratamiento de agua potable.
- ✓ **Área para generación de energía eléctrica:**

Dentro de las plataformas multipozo se destinará un área la instalación del sistema de autogeneración localizada, la cual será la alternativa a utilizar para el desarrollo del proyecto, donde el funcionamiento de los equipos a usar será a partir de motores duales de combustión interna diésel y/o gas, el cual será explicado en detalle en el ítem 2.2.2.5 Facilidades de producción (Fotografía 2-53).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-53: Generador de energía eléctrica.

- ✓ **Área para las facilidades tempranas de producción:**

De acuerdo con los estimados de producción en el área de desarrollo Llanos 94, en las plataformas multipozo se plantea la instalación de facilidades tempranas de producción, las cuales contarán con los equipos necesarios para el tratamiento de separación, almacenamiento y manejo de los fluidos de perforación. En el diseño tipo a escala de la plataforma multipozo que se incluye en el **Anexo Técnico/Diseños**, se presentan las facilidades tempranas, de la misma manera el proceso de separación y almacenamiento de los fluidos de perforación, se presenta en detalle en el ítem 2.2.2.5 Facilidades de producción.

- ✓ **Área para las vías de circulación interna y parqueaderos:**

Las vías que se encontrarán dentro de cada una de las plataformas multipozo para permitir el acceso a los tanques, parqueaderos, campamentos y oficinas se construirán con material de afirmado libre de material vegetal, tierra, arcilla, etc.; de tal forma que al extenderse y compactarse se genere una superficie firme. De

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 128 de 352</p>
---	---	---	---	--

igual manera, se conformarán áreas destinadas para los parqueaderos de vehículos generales, volquetas y carrotaques.

✓ **Área para el manejo de helicópteros:**

Teniendo en cuenta que dentro de las plataformas que se adecuen como facilidades de producción, se requiere contar con helipuertos para el transporte de personal y carga (según aplique el caso), se establecerá un área dentro de cada una de las facilidades de producción (es decir dentro de las 7,0 ha solicitadas). El diseño tipo a escala se incluyen en el **Anexo. Técnico/Diseños**; sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

Adicional a lo anterior, es necesario tener en cuenta que donde se instalen los helipuertos se debe cumplir las siguientes condiciones: Sobre terrenos planos y sin obstáculos naturales (cobertura arbórea) ni otras infraestructuras como postes, antenas, contenedores, entre otros. Es importante señalar que las áreas establecidas para los helipuertos, cumplirán con los requerimientos del proyecto y las especificaciones de la Aeronáutica Civil de Colombia.

En la **Tabla 2-39**, se presentan las especificaciones técnicas generales de los helipuertos propuestos para el área de desarrollo Llanos 94.

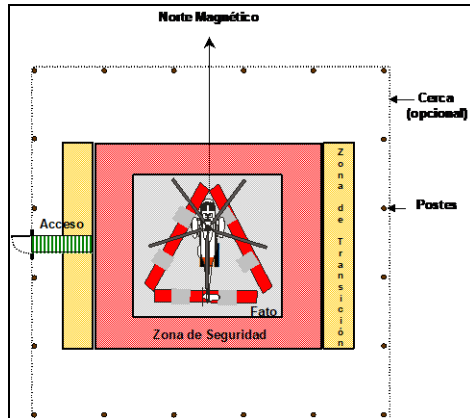
Tabla 2-39: Especificaciones técnicas generales del helipuerto.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDADES
Área aproximada	10000 m ²
Área de protección (ambos costados)	50 m
Bombeo áreas de protección	2%
Terraplén	1H/1V

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

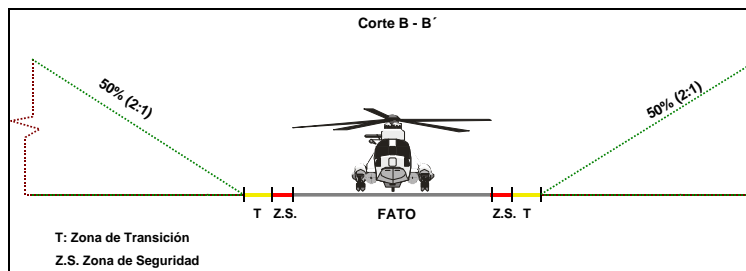
Además de lo anterior, el helipuerto deberá delimitarse o señalarse, con el fin de evitar el acceso de gente a la zona de aterrizaje (**Figura 2-41**). Su alineamiento se realizará siempre buscando el Norte magnético, y éste debe contar con zonas de seguridad (ZS) y de transición (ZT), toda vez que durante el aterrizaje y despegue se pueden presentar movimientos basculantes laterales por efecto de ráfagas de vientos (**Figura 2-41 a Figura 2-44**); para ello, se deberá colocar una manga veleta. El diseño tipo a escala se presenta en las **Figura 2-41 a Figura 2-44**; no obstante, en los planes de manejo ambiental específicos se incluirán los diseños definitivos.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 129 de 352</p>
---	---	---	---	--



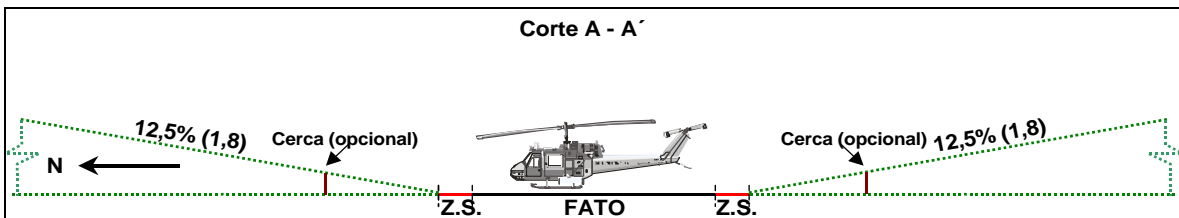
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-41: Helipuerto, vista en planta.



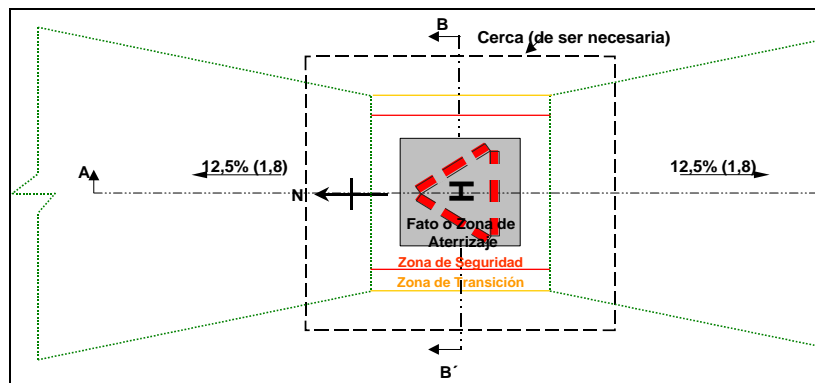
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-42: Helipuerto con sus franjas de acceso. Vista en planta



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-43: Helipuerto con sus franjas de acceso. Vista en planta



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-44: Helipuerto con zonas de aproximación. Cortes A-A' y B-B'

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 130 de 352</p>
---	---	---	---	--

En general, su método constructivo se presenta en la **Tabla 2-40**.

Tabla 2-40: Proceso constructivo de un helipuerto dentro de cada plataforma multipozo y facilidad central de producción

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Movilización	Consiste en el transporte del personal, cargue, transporte y descargue de equipos y maquinaria, así como la adaptación de la infraestructura necesaria para la acomodación de equipos y maquinaria necesarios para la ejecución del proyecto.
Localización, trazado y replanteo	Se refiere al diseño, localización y replanteo de la placa de aterrizaje e instalaciones de apoyo.
Conformación de la base	Para la conformación de la base, se utilizarán materiales que hayan sido avalados por los resultados de los ensayos de laboratorio que demuestren la conveniencia de emplearlos durante la construcción de la placa de aterrizaje. Dichos materiales deberán cumplir con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.
Preparación de la superficie existente	Se procederá a instalar el material de base solo si se confirma que la superficie sobre la cual debe asentarse (subrasante) fue satisfactoriamente terminada, recibida, con la densidad y lisura apropiada y las cotas indicadas por el diseño. Adicionalmente, deberá estar concluida la construcción de desagües y filtros necesarios para el drenaje de la pista. Los últimos 15 cm de la superficie de apoyo de la base deben tener una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima correspondiente (subrasante), al ensayo proctor modificado. Si esto no se cumple deberá escarificarse y compactarse para lograr dicha compactación en al menos la profundidad indicada.
Manejo y colocación del material	Se deberá acarrear y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presente, deberá ser subsanada antes de proseguir la actividad. Para la conformación de las bases, el material se extenderá en capas de espesor uniforme de tal manera que permita obtener el grado de compactación exigido y un espesor máximo de capa de 0,15 m, medido después de la compactación, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de chequeo. En ningún caso el espesor de las capas debe ser inferior a 0,10 metros.
Mezcla de suelo cemento	El cemento se esparcirá sobre el suelo o material granular, de manera que se esparza la cantidad requerida según la dosificación prevista para el tipo de base a colocar a todo lo ancho de la capa extendida. Antes de aplicar el cemento, se pulverizará hasta que se desintegren todos los terrones y grumos y se logren los requerimientos granulométricos. Una vez pulverizado, deberá conformarse a la sección transversal aproximada de la rasante con el empleo de motoniveladora. Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del cemento. Durante la aplicación del cemento, la humedad del material de base no podrá ser superior a la definida como la adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del agregado con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el suelo o material granular. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo relaciones humedad vs. Peso unitario de mezclas de suelo-cemento, con una tolerancia de aproximadamente del 1%. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad; la aplicación de agua debe hacerse a la mayor velocidad que permitan el material de base y el equipo utilizado. Cada aplicación de agua debe ser inmediatamente seguida por las operaciones de mezclado. Al final del proceso, se obtendrá una mezcla íntegra entre el material de base, el cemento y el agua, antes de su compactación. En caso de que la mezcla se realice en planta, se podrán utilizar plantas mezcladoras de concreto. Se deberá asegurar una dosificación exacta de los materiales y durante el transporte se evitará la pérdida de humedad por evaporación. El tiempo entre el inicio de la mezcla y la compactación no deberá ser superior a dos (2) horas.
Compactación	Una vez que el material de la base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado, hasta alcanzar una densidad mínima del 100% de la densidad máxima obtenida del ensayo proctor modificado.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 131 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	En el proceso de compactación se debe evitar la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la base. En caso de que esta se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta. Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla.
Curado de la capa compactada	Terminada la conformación y compactación de la base mezclada con cemento, esta deberá protegerse contra pérdidas de humedad por un período no menor de 7 días. El curado se podrá realizar mediante la aplicación de una película bituminosa, arena humedecida, aserrín, costales húmedos o una cubierta que permita la hidratación del cemento. El curado mediante la aplicación de una película bituminosa se hará con emulsión de rotura rápida tipo CRR-1, a una tasa no inferior a 0,4 L/m ² de ligante residual. Antes de la aplicación bituminosa se deberá eliminar cualquier material suelto y se podrá aplicar agua para evitar la penetración del asfalto. En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de 24 horas después de terminada la compactación, la superficie de la base mezclada con cemento deberá presentar un aspecto denso y homogéneo y contener la humedad suficiente, sin tener agua libre, que permita el curado. Cuando se especifiquen varias capas, no es necesario dar a las capas inferiores un acabado cuidadoso ya que estas se podrán curar cubriéndolas con materiales de las capas superiores si estas se construyen en forma continua.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

✓ **Cerramiento:**

La zona de servidumbre contará con un cerramiento de seguridad con postes y alambre de púas. 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). Los postes estarán espaciados aproximadamente cada 3,0 m y el alambre tendrá la tensión y proximidad necesaria entre cuerdas para evitar el paso de personal no autorizado al interior de la plataforma multipozo, como tampoco de semovientes.

Las plataformas multipozo contarán con un control de acceso conformado por un tubo galvanizado de 2 ½ de pivote y contrapeso, sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

✓ **Caseta de vigilancia:**

La caseta de vigilancia tendrá como función principal el control de ingreso a las plataformas multipozo de todo el personal de obra, visitantes, vehículos, maquinaria, equipos, entre otros (**Fotografía 2-54**); sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 132 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-54: Casetas de vigilancia tipo (madera y prefabricadas).

III Instalaciones de apoyo para construcciones de vías de acceso y construcciones de plataformas multipozo

El personal vinculado a esta etapa del proyecto, pernoctará en las plataformas multipozo ya construidas. La mano de obra no calificada se contratará en la región, por lo tanto se desplazarán diariamente a sus viviendas. Se llevarán baños portátiles para uso del personal que laborará en esta etapa. En caso de ser necesario, se podrán localizar en los frentes de trabajo contenedores para ser usados como oficinas.

Temporalmente se construirá en los frentes de trabajo, un almacén de materiales ajustado a las necesidades de almacenamiento del contratista de obras civiles, que podrá ser en madera (tabla burra, tabla chapa, repisas, durmientes, etc.) y teja de zinc, o de tipo modular (contenedores).

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

No se adecuarán zonas como talleres para el arreglo y mantenimiento de la maquinaria y/o equipos; estos se manejarán en las plataformas multipozo ya construidas y posteriormente en las que se vayan construyendo; en caso de ser necesario se llevarán al centro poblado más cercano al área de desarrollo Llanos 94 (Puerto López, Meta).

IV Generación, manejo, tratamiento y disposición de residuos

En el **Capítulo 4** del presente EIA, se presentan el tipo, manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos y líquidos, generados en la construcción de vías de acceso y plataformas multipozo.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 133 de 352</p>
---	---	---	---	--

Los sobrantes de las actividades de demolición, excavación, construcción y/o reparaciones de las obras civiles deberán clasificarse en fuente y tener un manejo acorde dependiendo del tipo de intervención que se esté realizando:

❖ **Excavaciones, descapote y limpieza**

Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural del área a intervenir por la obra. Se remueve el rastrojo, maleza, pastos, tocones, raíces y residuos ordinarios, de modo que el terreno quede limpio y su superficie resulte apta para iniciar los trabajos. El residuo se debe clasificar para reutilizarlo en las actividades de restauración de áreas intervenidas y revegetalización final.

Esta actividad también incluye la disposición final y adecuada de los mismos la cual se realizará en los taludes intervenidos o en las zonas de disposición habilitadas en el lote de la plataforma. En caso que se haya aprovechado algún árbol, se podrá usar a manera de cerca, estaca, formaleta, etc.

❖ **Construcción de obras civiles**

Sobrantes como madera o material pétreo podrán ser paisajeadas en el área de construcción, y el acero de refuerzo y bolsas de cemento deberán ser recogidas y llevadas a un sitio de disposición aprobado.

❖ **Construcción de obras metalmecánicas**

Los sobrantes de obras metalmecánicas como acero de refuerzo y estructural podrán ser reciclados; y contenedores de pintura deberán ser dispuestos en sitios previamente autorizados y/o entregados al fabricante para su disposición final.

❖ **Demoliciones**

Materiales provenientes de demoliciones de acabados, mampostería, estructuras, andenes, pavimentos e infraestructura de servicios, deben clasificarse para reciclar y reusar como afirmados para terraplén o rellenos en caso de ser posible. De no ser posible se deberán llevar a escombreras autorizadas en la zona.

Con base en las características de la obra, se adecuarán sitios para el almacenamiento temporal de residuos de construcción y demolición a reutilizar o para su posterior disposición final en sitios autorizados, los cuales deben estar debidamente señalizados.

Se deberá elaborar el plano de localización del punto ecológico y de los lugares de acopio de material. En caso de ser un lugar que cambie de acuerdo al avance

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 134 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

de la obra, se debe señalar en qué etapa sucede y dónde se ubica y almacena el material.

V Estimativo de demanda de recursos naturales para obras civiles

Durante la ejecución de las obras de adecuación, mantenimiento y construcción de vías de acceso, y construcción de plataformas, Facilidad Central de producción y la subestación eléctrica, se prevé la demanda de recursos naturales en los aspectos descritos a continuación.

A Recurso agua

❖ Demanda de agua

El agua será necesaria para las actividades relacionadas con obras civiles en la adecuación y construcción de vías de acceso y la construcción de las plataformas, OTP y subestación eléctrica para la fabricación de concretos, humedecimiento de material pétreo para la construcción y el control de material particulado.

✓ Agua de consumo Humano

El agua para el consumo humano será adquirida en las cabeceras municipales en presentación de botellones y bolsas personales, y transportada hasta el área por el contratista que ejecuta las obras. De acuerdo con lo anterior, se calculó la dotación neta máxima por persona según el artículo 43 de la Resolución 0330 del 2017 – Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, la cual corresponde a 140 litros/Hab*día para una altura promedio sobre el nivel del mar ≤ 1000 m.s.n.m.

En la **Tabla 2-41** se presenta la demanda de agua para uso doméstico en la etapa de construcción del proyecto, teniendo en cuenta el escenario máximo de consumo. Cabe destacar que en el subtítulo Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra, se presenta la descripción detallada del personal requerido para la etapa de construcción.

Tabla 2-41: Demanda de agua para uso doméstico en la etapa de construcción

DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR PERSONA	NÚMERO DE PERSONAS	CAUDAL DEMANDADO (l/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL TOTAL DEMANDADO (l/s)
140 litros/Hab*día	81	0,131	0,30	0,170

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

✓ Agua para obras civiles

El agua a utilizar para la compactación del terraplén en la construcción de la plataforma, la vía de acceso y para las actividades relacionadas con la

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 135 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

construcción de cimentaciones y fabricación de concretos se podrá captar en los puntos autorizados por licencia y/o a través de la compra a terceros autorizados.

En caso que haya agua depositada en las estructuras construidas debido a lluvias en el área, podrá ser utilizada en los procesos de construcción. El agua se cargará en carro tanques y se transportará hacia el sitio de la construcción o podrá ser conducida por tubería o mangueras hasta el sitio del proyecto.

A continuación en la **Tabla 2-42 y Tabla 2-43**, se encuentra el estimado de agua para la ejecución del proyecto, los valores reales usados en el proyecto serán calculados y presentados en los PMA e ICA respectivos.

Tabla 2-42: Estimado de demanda de agua para uso industrial, en la etapa de construcción.

USO	CANTIDAD DIARIA (Barriles)	CANTIDAD DIARIA (Litros)	CAUDAL DEMANDADO (l/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	VOLUMEN/DÍA (l/día)	CAUDAL TOTAL DEMANDADO (l/s)
Humectación de material para terraplenes	220	34978	0,40	1,05	36727	0,43
Control de polvo	440	69956	0,81	1,05	73453	0,85
Revegetalización de taludes intervenidos	220	34978	0,40	1,05	36727	0,43
Construcción de concretos	70	11129	0,13	1,05	11686	0,14
Total estimado	950	151041	1,75	1,05	158593	1,84

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Tabla 2-43: Estimado de demanda de agua para uso doméstico, en la etapa de construcción.

ACTIVIDADES	DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR PERSONA	NÚMERO DE PERSONAS	CAUDAL DEMANDADO (l/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	VOLUMEN/DÍA (l/día)	CAUDAL TOTAL DEMANDADO (l/s)
Mantenimiento y/o adecuación de vías	140 litros/Hab*día	26	0,042	1,15	3640	0,05
Construcción de plataformas y vías	140 litros/Hab*día	36	0,058	1,15	5040	0,07
Construcción de facilidades de producción	140 litros/Hab*día	49	0,079	1,15	6860	0,09
Construcción de líneas de flujo	140 litros/Hab*día	61	0,099	1,15	8540	0,11
Construcción de líneas eléctricas	140 litros/Hab*día	40	0,065	1,15	5600	0,07
Perforación	140 litros/Hab*día	80	0,130	1,15	11200	0,15
Pruebas de producción	140 litros/Hab*día	16	0,026	1,15	2240	0,03
Operación de facilidades de producción	140 litros/Hab*día	20	0,032	1,15	2800	0,04

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 136 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

ACTIVIDADES	DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR PERSONA	NÚMERO DE PERSONAS	CAUDAL DEMANDADO (l/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	VOLUMEN/DÍA	CAUDAL TOTAL DEMANDADO
					(l/día)	(l/s)
*Transporte de crudo por carrotanque	140 litros/Hab*día	15	0,024	1,15	2100	0,03
* Desmantelamiento, restauración y abandono	140 litros/Hab*día	16	0,026	1,15	2240	0,03
TOTAL			0,582	1,15	50260	0,67

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

❖ Compra de agua

Durante la ejecución de las obras de adecuación, mantenimiento y construcción de vías de acceso, y construcción de plataformas, OTP y subestaciones eléctricas se utilizará agua principalmente en las actividades de compactación de suelos y la elaboración de las mezclas de concreto. De igual forma, se utilizará el agua para la humectación de la capa de rodadura en afirmado a suministrar.

En el **Capítulo 4**, se relacionan algunos terceros autorizados de la región para que sean verificados previamente a la construcción y operación del proyecto. 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.

B Vertimientos

❖ Aguas residuales domésticas - ARD

Las actividades de construcción generan aguas residuales domésticas, específicamente aguas residuales negras. Las aguas negras generadas serán manejadas a través de la instalación de baterías de baños portátiles en los frentes de obra, manteniendo una relación máxima de 15 personas por cada unidad sanitaria instalada y deberá contar con un mantenimiento periódico. El mantenimiento de estos servicios se realizará a través de un tercero autorizado, el cual deberá contar con los permisos y autorizaciones vigentes para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas negras extraídas en las unidades sanitarias portátiles.

En los campamentos temporales, las aguas residuales negras serán conducidas de forma directa a una planta de tratamiento de lodos activados, la cual emplea un sistema de enzimas catalizadoras capaces de generar un lodo activado que biodegrada la materia orgánica en presencia de oxígeno. Debido a la acción desinfectante del cloro el efluente de la planta estará libre de patógenos. Los lodos que se produzcan durante la operación normal de la planta de tratamiento, serán tratados mediante lechos de secado de lodos para su deshidratación y posterior recolección y disposición con terceros autorizados.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 137 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Las aguas residuales grises pasaran por una trampa de grasas antes de entrar a la planta de tratamiento con el fin de retener y eliminar grasas, aceites y sustancias de menor densidad que el agua. La grasa resultante del tratamiento será recogida y dispuesta por un tercero autorizado. Posteriormente, el fluido se unirá al afluyente de la planta de tratamiento.

De igual forma, se estima un factor de retorno del 0,90 con respecto al caudal de agua de uso doméstico utilizado (Caudal Total Demandado 0,170 l/s, **Tabla 2-41**), razón por la cual se estima un caudal máximo de vertimiento de 0,153 l/s para las aguas residuales domésticas durante las actividades de construcción de vías, plataformas, OTP y subestación eléctrica. La disposición final de las aguas residuales domésticas se realizará en mediante el riego en las vías a utilizar por el proyecto o se dispondrán con terceros autorizados que cuenten con los permisos y autorizaciones vigentes para el manejo, tratamiento y disposición final.

De acuerdo con lo anterior, el agua residual doméstica (ARD) será entregada a terceros autorizados para su disposición final. En la **Tabla 2-44** se presenta la relación de algunas empresas autorizadas para el suministro de agua. En el **Anexo. Terceros autorizados/Gestores de Residuos**, se presentan los respectivos soportes entregados por la corporación. Así mismo, Parex realizará la gestión correspondiente para cada Proyecto puntual y remitirá los soportes correspondientes en los PMA específicos e ICA correspondiente.

Tabla 2-44: Empresas autorizadas para la recolección, tratamiento y disposición de residuos líquidos

EXPEDIENTE	EMPRESA	RESOLUCIÓN	FECHA
3.5.2.11.014.026	TRANSPORTES NG LTDA	PS-GJ.1.2.6.017.3304	28/12/2017
3.5.2.11.015.045	MUNDOPETROL S.A.S	PS-GJ.1.2.6.017.1559	02/10/2017
3.5.2.11.016.033	SERVITRANSQUAMAL S.A.S	PS-GJ.1.2.6.018.0512	12/04/2018
3.5.2.11.016.036	TRACTOCAR DEL LLANO S.A.S	PS-GJ.1.2.6.018.1196	18/06/2018
3.5.2.11.013.117	SOLAMPETROL SAS	PS.GJ 1.6.16. 1436	14/10/2016
3.5.2.11.014.004	ITL INVERSIONES EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA LTDA	PS-GJ 1.2.6.16.0560	07/25/2016
3.5.2.11.014.023	SOLBAÑOS SAS	PS-GJ.1.2.6.017.0113	28/02/2017
3.5.2.11.014.025	SACPET SAS	PS-GJ.1.2.6.017.0847	01/06/2017
3.5.2.11.014.027	PETROLIQUIDOS S.A.S.	PS-GJ.1.2.6.017.0191	8/03/2017
3.5.2.11.014.028	SERVICIOS Y SUMINISTROS MORACAR S.A.S.	PS.GJ.1.2.6.16.0109	29/02/2016
3.5.2.11.014.050	TRANSPORTE E INVERSIONES JOANKA S.A.S.	PS-GJ.12.6.15.1893	21/10/2015

Fuente: CORMACARENA, 2021.

❖ Aguas residuales no domésticas - ARnD

Las actividades de construcción no generan aguas residuales no domésticas. El caudal de agua de uso industrial será utilizado como materia prima en humectación de material para terraplenes, Control de polvo, revegetalización de taludes intervenidos y mezclas de concreto que requiere la construcción de cada

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 138 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

plataforma multipozo y vía nueva de acceso, razón por la cual no genera vertimientos.

En dado caso de que sea requerida la entrega a terceros, en el **Capítulo 4** y en la **Tabla 2-44**, se relacionan algunos terceros autorizados de la región para que sean verificados previamente a la construcción y operación del proyecto. 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.

c Ocupación de cauces

Para las actividades previstas para el cumplimiento de las estrategias de desarrollo del área de desarrollo Llanos 94, se solicitará el permiso de 40 puntos de ocupación de cauce, para la ejecución de obras civiles. Estas actividades corresponden a adecuación y/o construcción de vías de acceso y la construcción de líneas de flujo, en las cuales su respectivo trazado podrá intervenir los cuerpos de agua y/o su ronda de protección. En el **Capítulo 4** del presente estudio se describen detalladamente los puntos de ocupación de cauce solicitados.

D Materiales de construcción

Se solicita permiso para utilizar material de zonas de préstamo conformadas dentro de las plataformas y/o OTP, permitiendo de esta manera la elaboración de un sitio que permitirá obtener material requerido para la construcción de terraplenes para las locaciones. Las especificaciones técnicas para la extracción de material de préstamo se plantean en la **Tabla 2-45**.

Tabla 2-45: Especificaciones técnicas para extracción de material de préstamo lateral.

ÍTEM	ESPECIFICACIÓN
Área proyectada por cada plataforma.	Hasta 1 Ha
Área proyectada para OTP (facilidad definitiva)	Hasta 1,4 Ha
Talud del préstamo	Variable 1H:1V – 2H : 1V
Altura de zona de préstamo lateral	Máximo 3 m
Ancho máximo superior zona de préstamo lateral por cada plataforma	Hasta 100 m
Ancho máximo superior zona de préstamo lateral para OTP (facilidad definitiva)	Hasta 100 m
Longitud máxima de zona de préstamo por cada plataforma	Hasta 100 m
Longitud máxima de zona de préstamo para OTP (facilidad definitiva)	Hasta 140 m
Separación mínima entre zona de préstamo	10 m

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

De acuerdo con lo anterior, se estima hacer uso de material de zonas de préstamo para un volumen máximo de 30000 m³ en las zonas de préstamo por cada plataforma multipozo y un volumen máximo de 42000 m³ en la zona de préstamo para la OTP (facilidad definitiva). Cabe aclarar, que los volúmenes finales de aprovechamiento de materiales se presentaran en los Planes de Manejo Ambiental específicos con los diseños detallados para cada locación.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 139 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Los materiales a utilizar para la construcción de vías, plataformas y OTP, así como también para la adecuación y/o mantenimiento de vías usadas en el área de desarrollo Llanos 94 y su área de influencia, se obtendrán en lo posible de corte y relleno compensado, siempre y cuando cumplan con las especificaciones requeridas del material. El transporte se realizará por vía terrestre, utilizando vehículos debidamente carpados.

De igual forma, se adquirirá el material de arrastre y/o cantera para la ejecución del proyecto en sitios de extracción existentes que cuenten con los respectivos permisos y licencias minero-ambientales. En el **Capítulo 4**, se relacionan algunos terceros autorizados de la región para que sean verificados previamente a la construcción y operación del proyecto. 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. La descripción de estas fuentes no restringe la búsqueda de otras empresas que puedan suministrar el material para las obras civiles, este se podrá adquirir en otras fuentes, siempre y cuando cuenten con las autorizaciones ambientales necesarias para la extracción de material. En el **Anexo. Terceros autorizados/material de construcción**, se presentan algunas fuentes de material identificadas para el área del Proyecto.

E Volumen estimado de cortes y rellenos

Los estimativos de corte y relleno estarán dados por los levantamientos preliminares y los prediseños de obras civiles de las nuevas vías de acceso y las plataformas multipozo, los cuales no han sido establecidos en esta etapa del proyecto; sin embargo, las características del área permiten predecir que será necesario el levantamiento de terraplenes de máximo 2,0 metros.

Es importante señalar que no se espera la generación de material sobrante, debido a la topografía plana de la zona.

❖ Descapote

Se requiere el descapote de la capa de suelo orgánico en el sitio propuesto donde se realizará la construcción de las plataformas multipozo y los nuevos accesos. El espesor a remover será de aproximadamente 0,25 m. Los volúmenes estimados para un proyecto típico están relacionados en la **Tabla 2-46**.

Tabla 2-46: Volúmenes estimados de descapote.

DESCRIPCIÓN	ÁREA ESTIMADA (m ²)	VOLUMEN ESTIMADO (m ³)
Construcción de vías nuevas (por km)	8000	2000
Plataforma (por cada una)	50000	12500
TOTAL	58000	14500

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 140 de 352</p>
---	---	---	---	--

❖ Movimientos de tierra

A continuación, se relacionan los volúmenes estimados para el movimiento de tierras para la construcción de las vías y plataformas, en la que se discriminan los volúmenes de corte y los rellenos estimados a realizar en la plataforma de 7 ha (Tabla 2-47), plataforma de 5 ha (Tabla 2-48), construcción de 1 km vía de acceso (Tabla 2-49) y mantenimiento de 1 km de vía (Tabla 2-50). 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 2-47: Movimiento de tierras para la construcción de una (1) plataforma multipozo de 7,0 hectáreas (incluyendo LTT).

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Área máxima de la plataforma multipozo	70000	m ²
Espesor descapote	0,3	m
Volumen total de descapote (0,30 metros)	21000	m ³
Área de préstamo lateral	10000	m ²
Profundidad	2	m
Volumen material de préstamo	20000	m ³
Área de corte y relleno compensado (35% del área aproximada)	24500	m ²
Altura promedio	3,0	m
Volumen corte y relleno compensado	73500	m ³
Espesor material de cantera	0,3	m
Volumen material de cantera	21000	m ³
Total aproximado movimiento de tierras	135500*	m³

* Valores estimados para un proyecto típico. Los valores reales dependerán de la ubicación del proyecto según zonificación ambiental y de la topografía existente del terreno.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2020.

Tabla 2-48: Movimiento de tierras para la construcción de una (1) plataforma multipozo de 5,0 hectáreas.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Área máxima de la plataforma multipozo	50000	m ²
Espesor descapote	0,3	m
Volumen total de descapote (0,30 metros)	15000	m ³
Área de préstamo lateral	10000	m ²
Profundidad	2	m
Volumen material de préstamo	20000	m ³
Área de corte y relleno compensado (35% del área aproximada)	17500	m ²
Altura promedio	3,0	m
Volumen corte y relleno compensado	52500	m ³
Espesor material de cantera	0,3	m
Volumen material de cantera	15000	m ³
Total aproximado movimiento de tierras	102500*	m³

* Valores estimados para un proyecto típico. Los valores reales dependerán de la ubicación del proyecto según zonificación ambiental y de la topografía existente del terreno.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2020.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 141 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-49: Movimiento de tierras para la construcción de 1 km de vía.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Longitud de la vía	1000	m
Ancho de la banca	10,0	m
Ancho de calzada	8,0	m
Área de préstamo lateral (ambos lados de la vía)	9000	m ²
Profundidad	2	m
Volumen material de préstamo	18000	m ³
Área de corte y relleno compensado (35% del área aproximada)	3500	m ²
Altura promedio	3,0	m
Volumen corte y relleno compensado	10500	m ³
Espesor material de cantera	0,3	m
Volumen material de cantera	2400	m ³
Total aproximado movimiento de tierras	30908*	m³

* Valores estimados para un proyecto típico. Los valores reales dependerán de la ubicación del proyecto según zonificación ambiental y de la topografía existente del terreno.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Tabla 2-50: Movimiento de tierras para el mantenimiento de 1 km de vía.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Longitud de la vía	1000	m
Ancho de la banca	10,0	m
Ancho de calzada	8,0	m
Espesor material de cantera	0,3	m
Volumen material de cantera	2400	m ³
Total aproximado movimiento de tierras	2400*	m³

* Valores estimados para un proyecto típico. Los valores reales dependerán de la ubicación del proyecto según zonificación ambiental y de la topografía existente del terreno.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

F Aprovechamiento forestal

La construcción de vías, plataformas y OTP, incluyendo líneas de flujo y líneas eléctricas pueden requerir la tala de especies arbóreas con DAP > 10. De acuerdo con lo anterior, en el **Capítulo 4** del presente estudio se presenta la descripción detallada del permiso de aprovechamiento forestal solicitado para el proyecto.

VI Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

El área de influencia del proyecto se destaca por la presencia de fincas de grandes extensiones con uso del suelo en pastos en las cuales la principal actividad económica es la ganadería y los cultivos; por esta razón es posible establecer que con la construcción de vías de acceso y construcción de plataformas multipozo, no se generará una afectación significativa a la infraestructura social, cultural y/o económica de la zona.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 142 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

VII Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas

Las partículas generadas por el tránsito de vehículos y maquinaria de construcción, el polvo levantado por el movimiento de la maquinaria y personal y las emisiones producidas por los mismos son las principales afecciones sobre el componente atmosférico por la ejecución de obras civiles.

Las emisiones de partículas generadas en los caminos de servicio, los patios de carga y maniobras y los caminos de acceso a zonas de préstamo, canteras y plantas de producción de materiales, ocasionadas principalmente por tráfico de vehículos y maquinaria pesada.

Emisiones de motores de camiones y maquinarias, emisión de gases que se generan por el movimiento de los equipos y maquinaria, en las actividades de transporte de materiales. Los camiones de carga superior aportan a la atmósfera contaminantes generados por los combustibles fósiles y en el caso de aquellos utilizados en el transporte de materiales inertes para la construcción, la contribución a las emisiones de material particulado respirable (PM10) es importante.

Las emisiones de material particulado provenientes de las actividades que incluyen movimientos de tierra, tránsito de vehículos y maquinaria a lo largo de las vías de acceso, deberán ser mitigadas mediante la implementación de medidas de manejo ambiental las cuales están contempladas en el **Capítulo 7** del presente EIA.

VIII Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles

Las emisiones auditivas del proyecto están relacionadas principalmente con los equipos, máquina y motores empleados en las obras civiles, los cuales generarán una afectación transitoria, por lo que se espera que no se presenten impactos significativos al ambiente relacionados con este aspecto. En la **Tabla 2-51**, se presentan las actividades generadoras de ruido, propias de las obras civiles a ejecutar en el AI del área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-51: Fuentes de emisiones de ruido fijas y móviles.

ETAPA	TIPO DE FUENTE	DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	EMISIÓN
Actividades pre-operativas	Móviles	Movilización de maquinaria, personal, insumos y equipos hasta el sitio en el que se construirán y adecuarán las plataformas multipozo y la construcción de las vías de acceso.	Ruido aproximado 70 dB
Actividades constructivas:	Móviles	Tránsito de maquinaria durante la construcción de vías de acceso y construcción y adecuación de plataformas multipozo.	Ruido aproximado 90 dB
	Fijas	Funcionamiento de la maquinaria en la construcción de vías y construcción y adecuación de plataformas multipozo.	Ruido aproximado 70 dB

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 143 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

IX Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra

La ejecución de actividades a través de las diferentes etapas del proyecto, generará una necesidad de contratación de personal especializado y no especializado, el cual variará su ocupación de acuerdo con las actividades que se estén desarrollando.

El personal especializado incluye profesionales y operarios calificados y está compuesto primordialmente por ingenieros o técnicos profesionales que poseen un grado de conocimiento y experiencia específica en el desarrollo de una actividad para este tipo de proyectos; entre este personal se encuentran jefes de equipos, supervisores, mecánicos, electricistas, soldadores, técnicos y operarios de maquinaria.

El personal no calificado, se contratará en el AI del proyecto, cumpliendo con lo establecido en el Decreto 1668 de 2016¹ y la Resolución 2626 de 2016², y en línea con las políticas de contratación de **PAREX**; estas personas generalmente no requieren contar con entrenamiento previo, ni experiencia en proyectos y/o actividades de la industria, por cuanto su ocupación se distribuirá en labores bajo supervisión de personal calificado.

A Construcción de vías de acceso y/o plataformas

El personal profesional, técnico y de mano de obra no calificada para la construcción de vías de acceso y/o plataformas, se presentan en la **Tabla 2-52**.

Tabla 2-52: Estimativos de mano de obra para la construcción de vías de acceso y/o plataformas.

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
TOTAL	36

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

¹ MINTRABAJO, Por el cual se modifica la sección 2 del capítulo 6 del título 1 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1072 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, referente a la contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollen proyectos de exploración y producción de hidrocarburos, y el artículo 2.2.6.1.2.26. del mismo decreto.

² MINTRABAJO, Por la cual se adopta la estandarización ocupacional para actividades de exploración y producción de hidrocarburos.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 144 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

La cantidad estimada de maquinaria y equipos estimados para las labores de construcción de vías de acceso y/o plataformas, se presentan en la **Tabla 2-53**.

Tabla 2-53: Maquinaria necesaria para la construcción de vías de acceso y/o plataformas.

Maquinaria	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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

B Mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso

Para el mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso se requiere personal profesional, técnico y de mano de obra no calificada como se presenta en la **Tabla 2-54**. El personal no calificado deberá contratarse en la región y la mano de obra calificada será de libre selección del contratista.

Tabla 2-54: Estimativos de personal para el mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso.

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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

La cantidad estimada de maquinaria se contempla en la **Tabla 2-55**.

Tabla 2-55: Maquinaria necesaria para el mantenimiento y/o adecuación de vías de acceso.

Cargo	Cantidad
Motoniveladora CAT 140K	1
Bulldozer CAT D8	1
Retroexcavadora CAT 320D	1

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 145 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Cargo	Cantidad
Vibrocompactador CAT CS533E	1
Auto - hormigonera DIECI	1
Camioneta	1
Buseta	0
Volquetas Doble troque	1
Carrotanque	1
Camabaja	1
TOTAL	9

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

X Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades

Teniendo en cuenta el tipo de terreno a intervenir para la construcción de las vías de acceso y construcción o adecuación de plataformas, las dimensiones y demás características, el cronograma de dichas obras se presenta en las **Tabla 2-56**.

Tabla 2-56: Cronograma general de actividades constructivas para una vía de y/o plataforma, y mantenimiento de vías.

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Mantenimiento de vía de acceso												
Movilización de equipos y personal												
Transporte de material												
Reconformación de vía y recuperación de hombros												
Construcción de obras de arte												
Construcción de vía y plataforma												
Movilización de equipos y personal												
Movimiento de tierras (corte y relleno compensado)												
Transporte de material												
Retiro de maleza y colocación de material granular												
Construcción de placa de taladro y contrapozos												
Construcción de obras de arte, cunetas, skimmer												
Cerezo final												
Desmovilización de equipos y personal												

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

XI Actividades de mantenimiento

A Vías de acceso

Dentro de las actividades de mantenimiento para las vías de acceso, estará las siguientes acciones:

- Obras de recubrimiento o ampliación de obras de drenaje.
- Mantenimiento periódico de la capa de rodadura o afirmado.
- Limpieza periódica de las obras de arte (alcantarillas, box culvert, pontones, cunetas y decoles).
- Mantenimiento periódico de las obras de geotecnia permanentes (descoles, zanjas a los costados, barreras sedimentadoras, etc.).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 146 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

B Plataforma multipozo

Para el manejo de las plataformas multipozo se tendrán en cuenta las siguientes actividades de mantenimiento:

- Limpieza periódica del sistema de drenaje de aguas aceitosas y lluvias.
- Limpieza periódica de las estructuras de drenaje (skimmer, trampa de grasas, desarenador, etc.)
- Orden y aseo general periódico a las instalaciones de apoyo (campamentos, laboratorios, caseta de vigilancia, etc.).
- Manejo y disposición de los residuos sólidos generados en las etapas de construcción y operación.

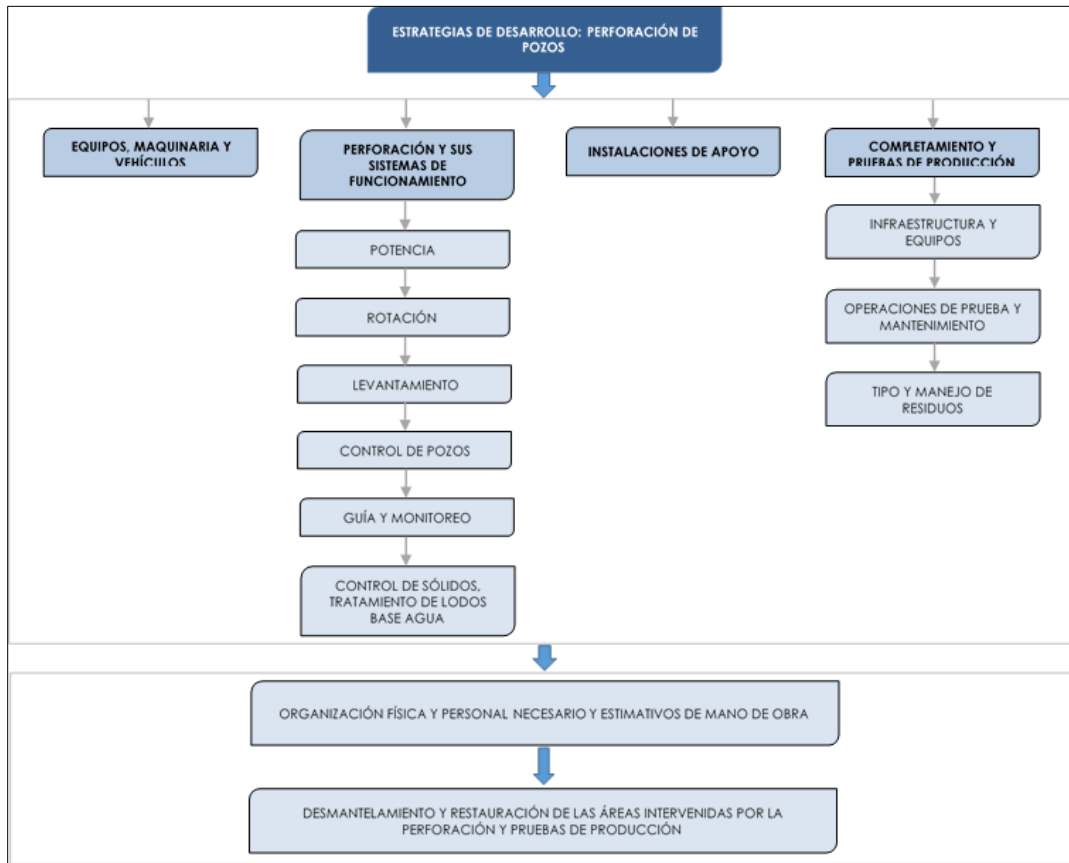
XII Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad de explotación

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. En el **Capítulo 10** del presente EIA, se establecen las medidas necesarias para el desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la construcción de vías de acceso, y construcción o adecuación de plataformas multipozo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 147 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

2.2.2.2 Perforación de pozos

En la **Figura 2-45**, se muestra de manera general como está estructurado el proceso de perforación de los pozos, mientras que en la **Tabla 2-57**, se presenta un resumen de las características generales de perforación en el área de desarrollo Llanos 94.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-45: Estrategias de desarrollo: Perforación de pozos en el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-57: Resumen de las características generales de perforación en el área de desarrollo Llanos 94.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PERFORACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Profundidad máxima de perforación: entre 12000' TDV. • Tipo de pozos: Verticales y/o direccionados. • Tipo de lodos: Lodos de perforación base agua, base aceite y/o sintéticos. • Sistema de perforación: Convencional por rotación. • Tiempo de pruebas cortas: Entre 7 y 15 días o el que establezca el Ministerio de Minas y Energía. • Tiempo de pruebas extensas: Entre 6 meses y 1 año (prorrogables en función de su alcance). <p>El total de pozos a perforar dentro del área de desarrollo Llanos 94 es de 160 pozos distribuidos de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en plataformas multipozo: Una distribución de siete (7) pozos por cada una de las 15 plataformas multipozo nuevas y/o tres (3) existentes, teniendo un total de 126 pozos para exploración y/o explotación, que pueden convertirse en pozos inyectores o reinyectores.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 148 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PERFORACIÓN

- ✓ **Número de pozos exploratorios y/o de desarrollo en cada facilidad central de producción:** Siete (7) pozos por cada uno de los tres (3) OTP (Total 21).
- ✓ **Número total de pozos reinyectores y/o inyectores:** 42 (dos (2) pozos por locación, que pueden ser de los mismos pozos de exploración y/o explotación y dos (2) pozos por OTP).
- ✓ **Número total de pozos de agua subterránea nuevos:** Hasta seis (6) pozos profundos, que se podrán localizar en cualquiera de las tres (3) facilidades de producción, plataformas multipozo nuevas, proyectadas y/o existentes.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

En el área de desarrollo Llanos 94, se plantea la construcción de 15 plataformas multipozo, una perforación de máximo siete (7) pozos por cada una, a una profundidad de 12000' TDV, en la cual es probable alcanzar el objetivo geológico. De acuerdo con los conceptos técnicos de perforación, se procede al montaje del equipo donde se inician las actividades de perforación en el área de la estructura del contrapozo, los cuales sirven para colocar la sarta cuando no hay necesidad de desenroscar la tubería. Iniciando el proceso de perforación, por medio del drill collar se aplica peso sobre la sarta y se hace girar el sistema con el fin de atravesar las diferentes formaciones del subsuelo.

Mediante la utilización de las bombas de lodo se hace la inyección a presión del lodo de perforación el cual viaja por el interior de la sarta y sale por las boquillas o jets de la broca a una velocidad superior a la de la entrada, de tal manera que le permita subir por el espacio anular entre el hueco y la tubería hasta la superficie, trayendo consigo los ripios y/o cortes de perforación. Una vez los cortes se encuentran en la superficie son separados del lodo mediante el equipo de control de sólidos con que cuenta el taladro (scalper, desilter, desander y mudcleaner) y por la compañía contratista de tratamiento de cortes de perforación (centrífugas, tornillo sinfín y catch tank).

Cuando el lodo se encuentra libre de ripios, se recircula de nuevo al hueco generando un sistema cerrado de operación. Si el lodo se encuentra contaminado o sus propiedades ya no pueden ser ajustadas, se desecha para su tratamiento 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 adecuado 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 pozo. Durante el desarrollo de la perforación, se tomarán registros eléctricos, los cuales ayudarán a diferenciar los tipos de formación por donde está pasando la broca, al igual que las características físicas tales como densidad, porosidad y contenidos de agua, aceite y/o gas.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 149 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

I Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación

A Equipos requeridos en la perforación

Los equipos con mayor incidencia dentro de una operación de perforación, se pueden dividir en temporal o permanente, debido a su permanencia dentro de la operación (**Tabla 2-58**).

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

Tabla 2-58: Equipos para la perforación de pozos.

EQUIPO	ACCESORIO
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
	Desarenador
	Deslimador
	Mud cleaner
	Centrífugas
Equipo de tratamiento de agua	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
	Balanza
Equipo para corazonar	Broca de corazonamiento
	Barril interno
	Junta de cambio de rosca
	Junta de seguridad
Equipo de cementación	Bombas de desplazamiento positivo
	Tanques de mezcla y de almacenamiento de cemento
	Cabeza de cementación
	Zapato guía o flotador
	Tapón de tope
Equipo de pruebas de producción	Tapón de fondo
	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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 150 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

EQUIPO	ACCESORIO
Equipo para control direccional del pozo	Tea para gas
	Bombas de transferencia
	Collar antimagnético
	Sistema Rotario
	Motor de fondo
	Whipstock para desvío
	Herramientas de Evaluación de Formación (LWD)
	Herramientas de medición de desviación (MWD)
Otros Equipos	Colgador del revestimiento
	Martillo de perforación
	Equipo de soldadura
	Revestimiento, brocas, equipos de flotación
	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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

La maquinaria y equipos presentados pueden presentar variaciones de acuerdo con las especificaciones dadas por cada uno de los contratistas involucrados en las actividades de perforación. En las **Fotografía 2-55** y **Fotografía 2-56** se muestran las características típicas de un taladro de perforación.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Fotografía 2-55: Características típicas del equipo de perforación.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Fotografía 2-56: Panorámica de un equipo de perforación.

B Maquinaria requerida

Para la movilización del equipo de perforación se utilizarán camabajas y camaaltas, dependiendo de la carga a movilizar, las cuales podrán transportar un peso máximo de 52 toneladas, con un ancho máximo de 4,5 metros, un largo máximo de 15 metros y una altura máxima de 4,3 metros.

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**)

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 151 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

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 2-59**, se presenta la siguiente maquinaria y/o vehículos tipos para este prototipo de proyectos:

Tabla 2-59: Maquinaria y vehículos utilizados para el desarrollo de la actividad 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
Carrotaques	2
Volquetas	1

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

C Sistemas y procesos de perforación

- **Sistemas de perforación:** Seleccionar un equipo de perforación significa escoger aquel que garantice la ejecución del pozo de la forma más económica, técnica y segura posible, para la perforación de los pozos se contará con un equipo de perforación convencional por rotación, el cual permite la apertura de pozos profundos a partir de fuerza hidráulica (lodo a presión expulsado a través de las boquillas de la broca), peso sobre la broca y rotación de la misma. El equipo de perforación está compuesto en general por 6 sistemas, los cuales se nombran y describen en la **Tabla 2-60**.

Tabla 2-60: Sistemas y procesos de perforación.

SISTEMA	FUNCIÓN	EQUIPOS
POTENCIA	Suministra la potencia necesaria a los diferentes sistemas que operan dentro de la perforación.	Motores diésel de combustión interna.
LEVANTAMIENTO	Extrae y baja la sarta de perforación, completamiento, y la tubería de revestimiento.	Torre. Subestructura. Malacate. Tambor del malacate. Riel o carretel de cable. Cable de perforación. Ancla. Polea fija. APE viajero.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 152 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

SISTEMA	FUNCIÓN	EQUIPOS
		Gancho y brazos del elevador. Elevadores. Cuñas. Plataforma multipozo giratoria.
ROTACIÓN	Genera rotación a la sarta de perforación.	Unión giratoria. Mesa rotaria. Buje principal. Buje de manejo. Vástago de rotación. Substituto de desgaste. Buje del vástago. Sarta de perforación. Top drive (opcional).
CIRCULACIÓN	Mantiene el fluido de perforación en un circuito cerrado.	Tanques de lodo. Líneas de succión. Bombas de lodo. Línea de descarga. Standpipe. Unión giratoria. Vástago de rotación. Tubería de perforación. Collares de perforación. Broca. Equipo de control de sólidos. Bombas centrífugas
SISTEMA DE CONTROL DE POZO	Conjunto de válvulas cuya función es controlar el pozo.	Preventor anular. Preventor de ariete.
SISTEMA DE GUÍA Y MONITOREO	Controla los parámetros presentes durante la perforación.	Paneles especiales. Registro de lodo (mud logging).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- **Sistema de potencia:** Su función es generar el movimiento de toda la maquinaria y motores del taladro de perforación. Este sistema se compone por los generadores de energía: a). 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 b). El generador para el campamento de la plataforma multipozo (**Fotografía 2-57**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-57: Generadores de potencia tipo.

- **Sistema de levantamiento:** Su función es subir y bajar, cada vez que sea necesario, la sarta de perforación durante las actividades de perforación. Este sistema se compone de torre de perforación, subestructura para soportar la

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 153 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

torre, malacate, cables, winches y guayas en acero, polea fija, APE viajero, elevador con sus respectivos ganchos y brazos, y las cuñas para soportar el peso de la sarta de perforación (**Fotografía 2-58**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-58: Sistema de levantamiento tipo.

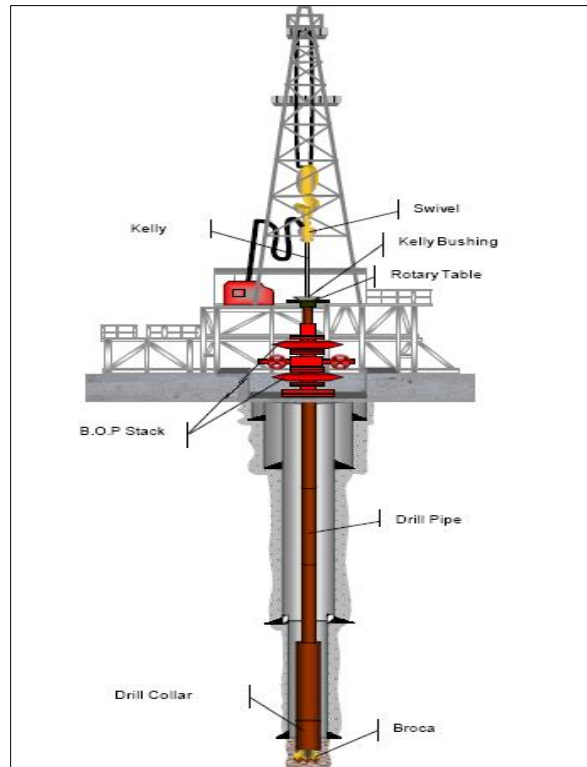
- Sistema de rotación:** Permite la rotación de la sarta de perforación. Existen actualmente dos (2) diseños: a). El sistema de perforación por varilla de arrastre o Kelly, y b). El motor de transmisión superior o top drive. El sistema de perforación con Kelly se compone de un swivel, el Kelly spinner, la Kelly, el bugue del Kelly, el bugue maestro y la mesa rotaria. El top drive es otro tipo de sistema de perforación, generalmente más utilizado que la Kelly, debido a que agiliza y hace más seguro el proceso de perforación. El top drive es movido por fuerza hidráulica o eléctrica y se desliza por guías instaladas en la torre; con este sistema se ahorra tiempo en conexiones y es muy práctico. Funciona con un generador independiente al resto del equipo y no emplea mesa rotaria, vástago de rotación (kelly), ni swivel o unión giratoria (**Fotografía 2-59** y **Figura 2-46**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-59: Sistema de rotación tipo.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 154 de 352</p>
---	---	---	---	--



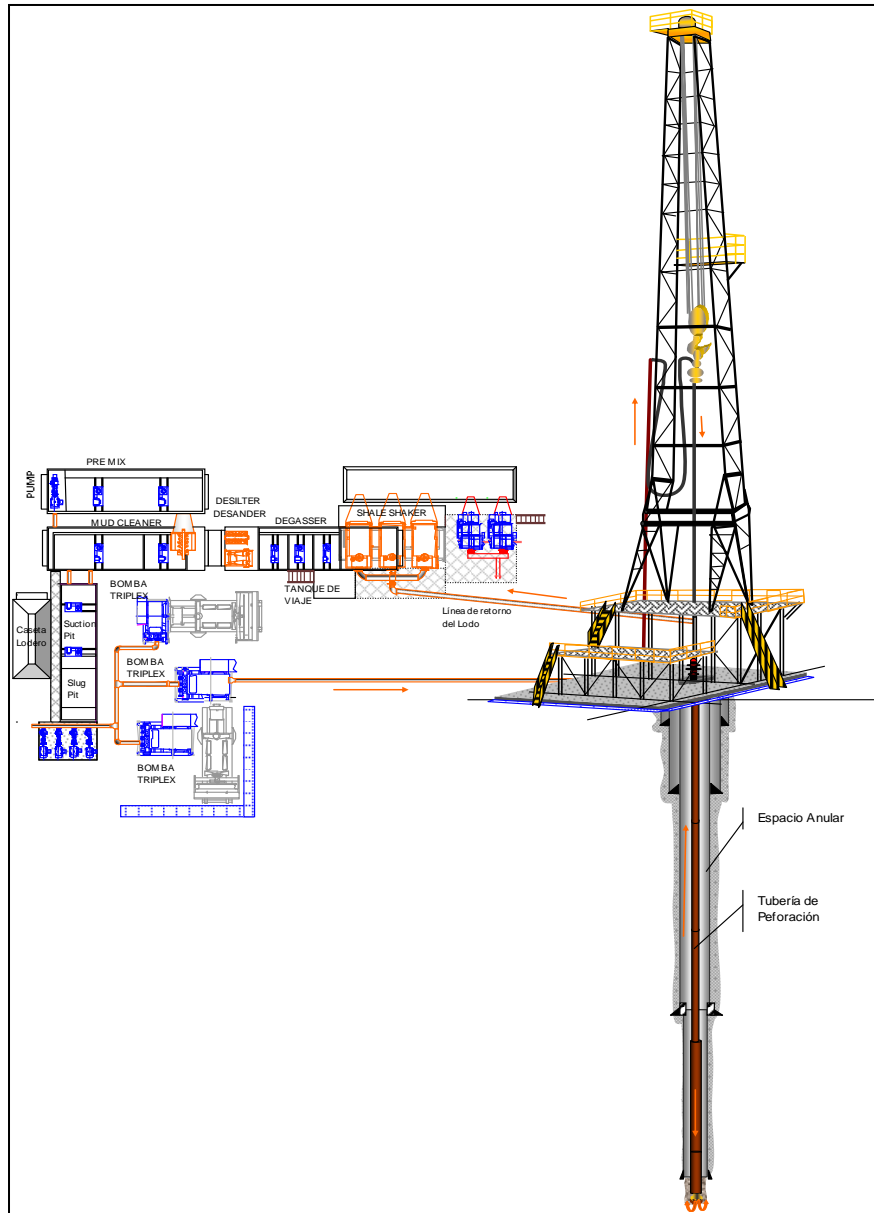
Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Figura 2-46: Sistema de rotación tipo.

- **Sistema de circulación:** Es un sistema cerrado cuya función es almacenar, inyectar y limpiar de manera permanente el lodo (base agua) de perforación. Se compone de tanques de lodo; líneas de succión, de transferencia y de descarga; bombas de lodo que son las que inyectan el lodo a las diferentes profundidades de trabajo y lo hacen retornar a superficie (**Figura 2-47**).

Se utilizarán bombas de lodo; stand pipe por donde sube el lodo hasta la parte superior de la sarta para ser inyectado; cuello de ganso; unión giratoria o swivel; jets de la broca de perforación por donde sale el lodo en profundidad; equipo de control de sólidos que limpia el lodo separándolo de los ripios generados por el corte de la broca y se compone de scalper, desilter, desander, mudcleaner y shaleshaker; bombas centrífugas, chupador de fluidos y bombas neumáticas o de pulmón para retornar el lodo del contrapozo al sistema activo, sistema de rotación, el sistema de potencia, el sistema de levantamiento, el mástil, la caseta de control de perforación, los generadores de energía y los motores alimentados por combustible diésel o ACPM.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 155 de 352</p>
---	---	---	---	--

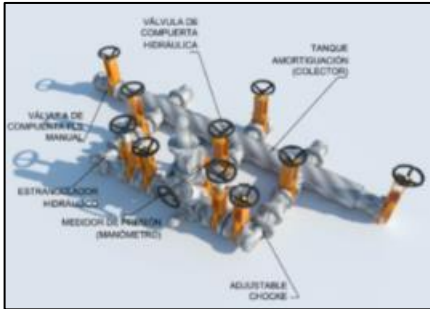


Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Figura 2-47: Sistema de circulación tipo.

- Sistema de control de pozo:** Formado por el stock de preventoras (BlindRam, anular, etc.), el chokemanifold, el acumulador que suministra la energía hidráulica y el cabezal de revestimiento, montado en kilo line una vez se perfora la primera sección. Este equipo controla el pozo en caso de emergencia (formaciones sobre presionadas y/o mal controladas) (**Figura 2-48**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 156 de 352
---	---	---	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-48: Esquema tipo del sistema para control del pozo y prevención de reventones

- **Sistema de guía y monitoreo:** Existen dos (2) sistemas de monitoreo: 1). El operado por el perforador en los paneles especiales ubicados al lado de la mesa rotaria en la caseta del perro (Dogos), y 2). Los medidos en la caseta electrónica de registro de lodo (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 del lodo, gas en el lodo, gas libre, tasa de flujo del lodo, entre otros.
- **Sistemas adicionales:**
- ✓ **Sistemas de control de sólidos y tratamiento de lodos base agua:** Para el manejo y tratamiento de los cortes de perforación se utilizará un sistema cerrado de control de sólidos (**Tabla 2-61**). 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 Bbbls 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.

Tabla 2-61: Sistemas de control de sólidos y tratamiento de lodos base agua.

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
DESGASIFICADOR	Elimina cualquier fluido gaseoso o volátil incluido en el lodo que provenga del subsuelo y que pueda afectar el normal desempeño del equipo de perforación, tanto en el aspecto humano como mecánico (H2S, CO2, metano, entre otros).
SHAKERS	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.
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 este.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 157 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 base agua que ha sido separado en cada etapa del proceso pasa a los tanques de adecuación donde se miden sus propiedades geológicas 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 (3) 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 geología del fluido (**Fotografía 2-60**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-60: Unidades del sistema tipo de control de sólidos (base agua).

Los lodos base agua residuales, tales como lodo desechado del sistema activo, lodo de la trampa de arena o contaminado con cemento o flóculos generados durante el tratamiento de aguas o acumulados algunas veces en el fondo de los tanques de tratamiento de aguas, serán tratados por medio del proceso de dewatering.

- ✓ **Sistemas de tratamiento de lodos base aceite:** Al igual que con el lodo base agua, los cortes de perforación se separarán del lodo base aceite haciendo uso del equipo de control de sólidos primario y secundario. Una vez separados, se recogerán y almacenarán temporalmente en tanques de almacenamiento (catch tanks). Estos no se almacenarán en piscinas para evitar contaminación del suelo y se entregarán a un tercero que cuente con licencia ambiental para el manejo y tratamiento de cortes impregnados con aceite.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 158 de 352</p>
---	---	---	---	--

En caso de requerirse para la perforación lodos base aceite y en el momento que ya no se requiera su uso, se realizará la separación de las fases, la fase fluida de este lodo (aceite) se podrá entregar al proveedor. Se entregará 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 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 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.

- ✓ **Sistema de 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. 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 (**Tabla 2-62**).

Tabla 2-62: Características y funciones del sistema dewatering.

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS / FUNCIONES
CENTRÍFUGA DECANTADORA	Se utiliza para la separación de las fases líquida – sólida. Debe generar la fuerza 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 aproximada de procesamiento: 500 Bbls/día de lodo.
TANQUE DE RECOLECCIÓN DE LODO	Tiene aproximadamente 60 Bbls de capacidad y está ubicado en el cuarto compartimento 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 dos (2) tanques de aproximadamente 25 Bbls cada uno, equipados con un agitador eléctrico tipo aspás. 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 aproximadamente 60 Bbls y es el tercer compartimento 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 aproximadamente 1000 o 2000 Lt utilizado para todos los coagulantes (ácido acético, cal, entre otros) excepto ácido clorhídrico. Si se utiliza ácido acético será bombeado directamente desde canecas de 55 galones.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 159 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS / FUNCIONES
BOMBA DE COAGULANTE	Bomba de partes de teflón para ofrecer mayor resistencia al ácido; bombea el coagulante desde el tanque de aproximadamente 1000 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.
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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

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.
- **Procesos de perforación:** La perforación de los pozos se realizará con un equipo de perforación por rotación. El pozo se perforará vertical y/o dirigido y tendrán una profundidad máxima de 12000 TVD, para lo cual se desarrollarán las etapas que se describen a continuación:
 - ✓ **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 instalada sobre el piso de la placa de perforación y esta, por medio de una cuña apropiada, la transmite a la sarta de perforación y por consiguiente a la broca.
 - ✓ **El 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 o 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 160 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

tambor del malacate, se gradúa el peso que debe imprimírsele a la broca. A medida que esta 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:** El lodo o fluido de perforación 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 del tanque de lodo, localizado a un lado del equipo de perforación, de donde succionan las bombas de lodo. Estas lo impulsan a alta presión a través de una manguera a la swivel y desde esta pasa a la tubería de perforación. Sale con gran fuerza por los orificios de la broca, ayudando a limpiarla. Posteriormente, el lodo asciende por el espacio que queda entre el pozo y el exterior de la tubería de perforación o espacio anular, para ser recogido nuevamente en el tanque de lodo.

Sin embargo, antes de descargarlo, el lodo 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.

El proceso de perforación se realiza mediante la utilización de los siguientes elementos:

- **Broca:** Es el elemento de corte de las formaciones a perforar. Esta es escogida de acuerdo con el diámetro, dureza y clase de formaciones a atravesar. Las brocas convencionales tienen un número determinado de boquillas a través de las cuales el fluido de perforación pasa a una alta velocidad; esta velocidad que adquiere el fluido da como resultado fuerzas hidráulicas que afectan la rata de penetración, la limpieza del hueco entre otros parámetros.
- **Sarta:** Está compuesta por:
 - Tubería de peso (botellas, HW DP), que 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.
 - Tubería de perforación, instalada en la mesa del taladro en paradas de 2 o 3 juntas, dependiendo de la altura de la torre.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 161 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- Estabilizadores: Tubería corta que centraliza la perforación para mantener la verticalidad del pozo.
 - Martillo de perforación: Herramienta que se incluye en la primera sección de la tubería de peso. En caso de tener pegadas entre las paredes del pozo y la tubería que al activarse con peso y/o tensión ayuda a liberar la sarta.
- **Instrumentos:** El control de la perforación se lleva a cabo por intermedio de los siguientes instrumentos de medida:
- 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.

II Instalaciones de apoyo

• Área de almacenamiento de químicos

Se instalará un área de almacenamiento adecuada para guardar las sustancias químicas y aditivos que se utilizarán durante la preparación del lodo, tratamiento de aguas y operaciones de completamiento del pozo.

Estos productos estarán protegidos del contacto con lluvias y separados del suelo por estibas de madera. El almacenamiento deberá cumplir con los estándares internacionales establecidos en sus hojas de seguridad (**Fotografía 2-61**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 162 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

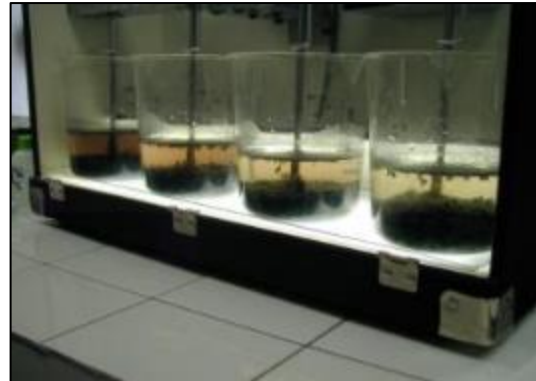


Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-61: Caseta o área para almacenamiento de químicos tipo.

- **Laboratorio**

En el proceso de perforación se instalará un laboratorio de aguas el cual estará dotado como mínimo con un equipo básico para el monitoreo de calidad y control ambiental, el cual tendrá como mínimo los siguientes elementos: pH-metro, conductímetro, kit de medición in situ y equipo para prueba de jarras o botellas (**Fotografía 2-62**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-62: Laboratorio tipo para tratamiento de aguas.

- **Área para campamentos, oficinas, casinos y bodegas**

Durante la etapa de perforación se requerirá de un campamento (**Fotografía 2-63**), que preste el servicio de dormitorio para el personal que permanece en el pozo, laboratorio, casino, lavandería, entre otros; el campamento estará constituido por alrededor de 17 contenedores, su probable distribución se muestra en la **Tabla 2-63**.

Tabla 2-63: Distribución de los contenedores.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Comedor	2
Caseta de geología y registros	1
Laboratorio y pruebas	1

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 163 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Dormitorios	11
Bodega	2
TOTAL	17

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Es importante anotar que, las edificaciones destinadas para las oficinas que alojarán al personal de operación, mantenimiento y protección de las instalaciones, serán obras de mampostería a un solo nivel.

Algunos de estos contenedores estarán provistos de sanitario, ducha y lavamanos, los cuales se ubicarán al interior de cada plataforma multipozo, en un lugar de fácil acceso y distante de la planta de generación eléctrica y del sitio de ubicación de los tanques para almacenamiento de combustibles.

Las aguas residuales grises y negras provenientes del campamento se recolectan independientemente para su tratamiento y disposición final previa verificación de cumplimiento de los estándares de calidad específicos. Para el tratamiento de las aguas negras se contará con un sistema de tratamiento compacto tipo Red Fox o similar (**Fotografía 2-64**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-63: Campamentos tipo.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-64: Equipo Red Fox tipo.

- **Tanques**

Se plantea el uso de tanques para el manejo de los fluidos resultantes de la perforación (**Fotografía 2-65**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 164 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-65: Tanques tipo para el manejo de fluidos de la perforación.

- **Tea**

Para el manejo de gases durante la perforación, es importante por contingencias contar con quemaderos (flare pits) o teas; por lo anterior, la tea será un elemento de seguridad en donde solamente se quemarán los influjos de gas y que será necesaria durante todas las etapas del proyecto, perforación, trabajos de pozo, pruebas de producción y producción. Con relación a la ubicación de la tea se ubicará a una distancia mínima segura con relación a los sistemas operacionales de las plataformas multipozo, 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 5 m de lado y 1 m de profundidad aproximadamente, utilizando el material de excavación como un dique entorno al foso (**Anexo. Técnico/Diseños**). 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 (**Fotografía 2-66**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-66: Tea tipo (quemado de gas).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 165 de 352</p>
---	---	---	---	--

Para el caso del manejo de las aguas residuales producto del funcionamiento de la tea, se contará con motobomba y mangueras que conducirán las aguas eventualmente contaminadas al skimmer de la instalación para la recolección de las aguas residuales contaminadas.

III Requerimientos de insumos y fuentes de energía

• Insumos

Dentro de la operación de perforación se utilizan diversas clases de insumos y sustancias, que van desde aditivos para mejorar las condiciones del lodo de perforación y la lechada de cemento, hasta materiales para el mantenimiento de los equipos en superficie. En la **Tabla 2-64**, se presentan los productos químicos que se utilizarán para la preparación de los lodos base agua.

En caso de alguna emergencia durante la perforación, se tendrán disponibles los productos químicos que se relacionan en la **Tabla 2-65**. En la **Tabla 2-66**, se presentan algunas sustancias adicionales que serán utilizadas para la perforación.

Tabla 2-64: Productos químicos usados para la elaboración de lodos base agua.

PRODUCTO	FUNCIÓN
Bentonita	Agente viscosificante
Nitrato de Potasio	Inhibidor químico de arcillas
Kelzan XCD	Agente viscosificante
PHPA	Extendedor e inhibidor mecánico
Synerfloc A25D	Poliacrilamida como inhibidor y encapsulante
Glydrill	Desecante, detergente, reductor de fricción y lubricante
Carbonato de Calcio	Sellante, incrementador de peso
Potasa Caustica	Desembotar el BHA
Cascarilla de arroz	Sellante (eliminar pérdidas de circulación)
Wall Nut	Sellante (eliminar pérdidas de circulación)
Soda Caustica	Control pH
BENEX	Viscosificante
TERRARATET™	Inhibidor, surfactante.
MF-55	Encapsulador
CLAY-TROL™	Inhibidor de arcillas
MIL-PAC™ LV	Controlador de filtrado
CHEMTROL X	Controlador de filtrado y reología
SHALE-PLEX	Estabilizador de lutitas
XANPLEX – D	Viscosificante
MIL-LUBE	Lubricante
CARBO-MUL HT humectante	Humectante lodos base aceite (OBM)
CARBO-TEC	Emulsificante primario OBM
CARBO-TROL	Asfaltos
CARBO-GEL II	Viscosificante
SURFCOTE	Control de reología y adelgazante
BARITA	Agente pesante
CaCO ₃ M-200 / M-325 / Especial	Agente pesante y puentante
CaCO ₃ M-30 ESP	Agente pesante y puentante

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 166 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-65: Productos químicos a utilizar en caso de emergencia para la perforación de un pozo.

MATERIAL	CANTIDAD (ton)
Goma xántica	0,5
Lubricante	2,0
Fibra vegetal	2,5
Detergente	0,7
Bicarbonato de sodio	0,5
Mica	6,0
Aminoácido graso	1,0
Carbonato de calcio	12,5
Cascarilla de arroz	6,0
Lecitina	2,5

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Tabla 2-66: Sustancias e insumos a utilizar durante la perforación de un pozo.

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. 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 diesel 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 anhídrita 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, 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.</p> <p>Algunos miembros de formación Carbonera han 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.</p>

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 167 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Descripción o Elemento	Descripción Del Proceso	
	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 a los miembros de Carboneras.	
Aditivos	Lodos 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	
	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
Lodos de Perforación Base Sintética		
PRODUCTO	FUNCIÓN	
ISO-TEQ™	Fluido base de olefina isomerizada	
PARA-TEQ™	Fase externa alternativa	
OMNI-TEC™	Emulsionante aniónico, mayor control de filtración	
OMNI-MUL™	Emulsionante no iónico, controla la reología	
OMNI-MIX™	Emulsionante aniónico complementario, control de filtración adicional	
CARBO-TROL® HT	Control de filtración	
OMNI-TROL™	Control de filtración a temperaturas hasta 300°	

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 168 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Descripción o Elemento	Descripción Del Proceso	
	CARBO-GEL®	Viscosificante de arcilla, control reológico y suspensión de sólidos
	MIL-LIMET™	Control de la alcalinidad y activación del emulsionante OMNI-TECT™
	OMNI-COTE™	Control de reología y humectación de los sólidos en aceite
	OMNI-PLEX™	Viscosificante elastomérico, extensor
Tratamiento Sistema Dewatering	<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</p> <p>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>	
Manejo, Tratamiento y disposición de lodos y cortes	<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 aguas mezcladas. Se asegurara 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 los mismos 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>Cuando se utilicen lodos base aceite, 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.</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. <p>Para el tratamiento de cortes 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). 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.</p>	
Cemento		
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</p>	<p>Aceleradores Retardadores (inorgánico y sintético)</p>

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 169 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Descripción o Elemento	Descripción Del Proceso	
	Gluconato de Sodio Polímeros Silicato de Sodio Clorhidrato de Aluminio Barita, Hematita y Arena Surfactante Nitrógeno Cemento Sílica	Aditivos pérdida de filtrado Extendedores Aditivos de control Densificantes Estabilizador de espuma Gas inerte, minimizar contaminación del cemento Aditivos alivianadores Controladores de filtrado
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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

• Fuentes de energía

Durante la perforación y operación, la fuente de energía será localizada, es decir en cada plataforma multipozo; donde el funcionamiento de los equipos a usar será a partir de motores de combustión interna dual (diésel, GLP y Fuel Oil entre otros). El dimensionamiento de ellos dependerá de los diagramas unifilares y de la potencia indicada en el cuadro de carga de cada una de las instalaciones, los cuales tendrán su tanque de almacenamiento y de consumo diario correspondiente. La energía eléctrica será suministrada por generadores en la plataforma multipozo de operaciones y para el campamento; para el caso del uso del diésel, en la **Tabla 2-67**, se presenta el consumo estimado de combustible necesario para el funcionamiento de los generadores, que a su vez alimentan los distintos motores dispuestos en la plataforma multipozo.

Tabla 2-67: Volúmenes estimados de combustible a utilizar.

EQUIPO	TOTAL	CONSUMO DIESEL (gal/h)
Motores del equipo de perforación	2	14
Motores – generadores del equipo	2	14
Motor – generador del campamento	1	5
Otros equipos	Varios	5
TOTAL		38

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

En cuanto al sistema de autogeneración a gas, será explicado en detalle en el **ítem 2.2.2.5 Facilidades de producción**: sistemas y fuentes de generación de energía.

IV Organización típica, y personal requerido

En la **Tabla 2-68** se muestra el estimativo del personal requerido para la etapa de perforación.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 170 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Tabla 2-68: 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
	Perforador	2
	Electricista – mecánico	2
	Medico ó Enfermero	1
	Supervisor HSE	1
	Supervisor taladro	2
	Operador equipo pesado	2
	Técnicos tratamiento de Aguas	1
	Soldadores	2
	Bodeguero	1
	Administrador	1
	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	4
	Personal registros eléctricos	6
	Personal corrido de casing	4
	Seguridad física	1
Interventor Ambiental	1	
Conductores	4	
SUBTOTAL		54
No calificado	Cuadrillas de patio	6
	Encuelladores	2
	Cuñeros	6
	Toma muestras	2
	Control de ingreso	2
	Camareras	7
	Personal obrero tratamiento de cortes	2
SUBTOTAL		27
TOTAL		81

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

V Completamiento y pruebas de producción

A continuación, se presenta la descripción del completamiento y las pruebas de producción durante la perforación de pozos en el área de desarrollo Llanos 94.

A Completamiento de pozo.

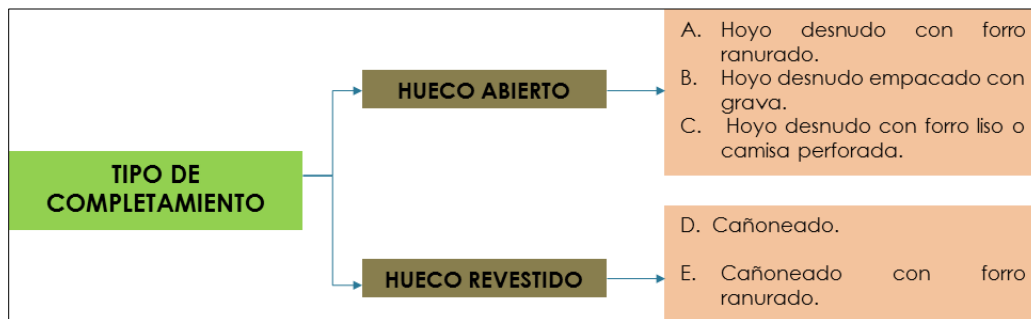
Después de la perforación se realizan un conjunto de trabajos en el pozo, con el objetivo de obtener las condiciones requeridas para producir eficientemente los fluidos de la formación. Los trabajos pueden incluir el revestimiento del intervalo productor con tubería lisa o ranurada, la realización de empaques con grava o el cañoneo del revestimiento y finalmente, la instalación de la tubería de producción. La productividad de un pozo y su futura vida útil es afectada por el tipo de completamiento y los trabajos efectuados durante la misma. La selección del

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 171 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

completamiento tiene como principal objetivo conseguir la máxima producción en la forma más eficiente y por lo tanto, deben estudiarse cuidadosamente los factores que determinan dicha selección, tales como:

- Tasa de producción requerida.
- Reservas de zonas a completar.
- Mecanismos de producción en las zonas o yacimientos a completar.
- Necesidades futuras de estimulación.
- Requerimientos para el control de arena.
- Futuras reparaciones.
- Consideraciones para el levantamiento artificial por gas, bombeo mecánico, electrosumergible, etc.
- Posibilidades de futuros proyectos de recuperación adicional de petróleo.
- Inversiones requeridas.

Básicamente existen cinco (5) tipos de completamiento de acuerdo con las características del pozo, es decir, como se termine la zona objetivo (**Figura 2-49**):



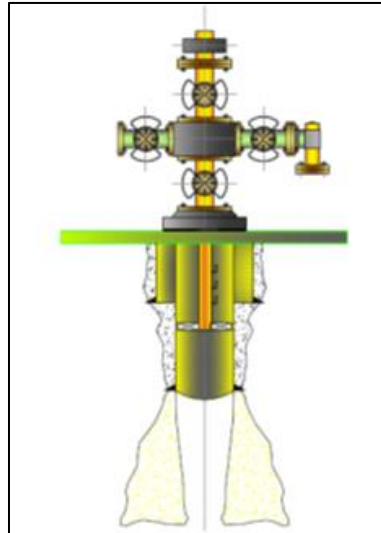
Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

Figura 2-49: Tipos de completamiento de pozos.

✓ **Completamiento a hoyo desnudo:** Este tipo de completamiento se realiza en zonas donde la formación está altamente compactada, siendo el intervalo a completar o producir normalmente grande (de 100 pies a 400 pies) y homogéneo en toda su longitud. 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 (**Figura 2-50**).

Consiste en correr y cementar el revestimiento de producción hasta el tope de la zona de interés, seguir perforando hasta la base de esta zona y dejándola sin revestir. Este tipo de revestimiento se utiliza en yacimientos de arenas consolidadas en donde no se espera producir agua/gas, ni producción de arenas o derrumbes de la formación.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 172 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

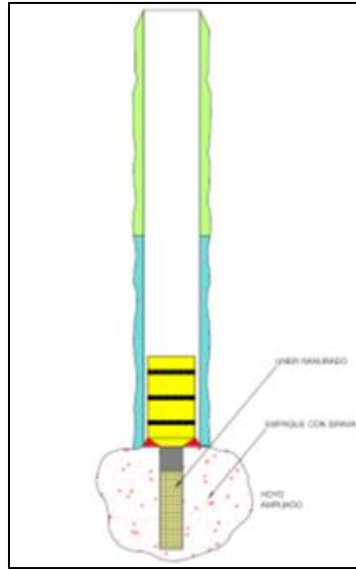
Figura 2-50: Esquema típico completamiento a hoyo desnudo.

Las principales ventajas de este tipo de completamiento están representadas en la disminución de los costos del cañoneo y el revestimiento, la facilidad de profundizar, se puede convertir en otra técnica selectiva de completamiento, se adapta fácilmente a las técnicas de perforación, minimizando posibles daños a la formación dentro de la zona de interés y la no criticidad en la toma de registros.

Dentro de las desventajas, se encuentra la dificultad de producir zonas de agua y gas, a menos que el agua provenga de formaciones inferiores, no puede ser estimulado selectivamente, requiere de labores de limpieza si la formación no es compacta y como el completamiento es a hueco abierto, las paredes del pozo descansan en la resistencia de la roca, por lo cual solo es recomendable para ser utilizado en rocas carbonatadas como las calizas y dolomitas.

- **Completamiento a hoyo desnudo y empaque con grava:** Los empaques con grava en hoyo abierto permiten evitar todas las dificultades y preocupaciones asociadas con el empaque de las perforaciones en hoyos revestidos y reducen las operaciones de colocación de grava a una tarea relativamente simple, de empaque el espacio anular entre el “liner” y el hoyo 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 en un hoyo abierto garantiza prácticamente una mayor productividad, en comparación con el empaque en hoyo revestido para la misma formación y/o condiciones (**Figura 2-51**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 173 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

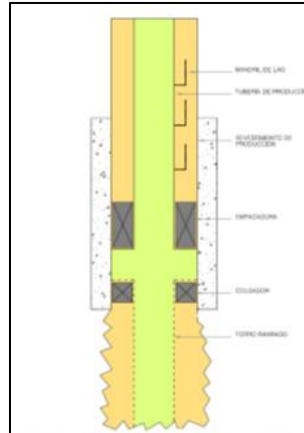
Figura 2-51: Esquema típico completamiento a hueco desnudo empacado con grava.

Las principales ventajas del completamiento con hoyo abierto y empacado con grava están representadas por las bajas caídas de presión en la cara de la arena y alta productividad, alta eficiencia, no presenta gastos asociados con tubería de revestimiento o cañoneo, menos restricciones debido a la falta túneles de perforación.

Dentro de las desventajas se encuentra la dificultad de excluir fluidos no deseables como agua y/o gas, no es fácil realizar la técnica en formaciones no consolidadas, requiere fluidos especiales para perforar la sección de hoyo abierto, las rejillas son difíciles de remover para futuros completamientos y es difícil controlar la instalación de tratamientos de estimulación.

- **Completamiento a hoyo desnudo con forro liso o camisa perforada:** En este caso, se instala un forro a lo largo de la sección o intervalo de producción. El forro se cementa y se cañonea selectivamente la zona productiva de interés (**Figura 2-52**). Como principales ventajas se tiene que la producción de agua/gas es fácilmente controlada, la formación puede ser estimulada selectivamente, el pozo puede ser fácilmente profundizable, el forro se adapta fácilmente a cualquier técnica especial para el control de intervalo de producción de arena. Dentro de las desventajas está que la interpretación de registros o perfiles de producción son críticos, requiere buenos trabajos de cementación, presenta costos adicionales por cementación, cañoneo y taladro, el diámetro del pozo a través del es muy restringido y es más susceptible al daño la formación.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 174 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

Figura 2-52: Esquema típico completamiento a hueco abierto con forro liso o camisa perforada.

✓ **Completamiento con hoyo revestido y cañoneado:** Este tipo de completamiento es el más usado en la actualidad, ya sea en pozos poco profundos (4000 pies a 8000 pies), como en profundos (10000 pies o más). Consiste en correr y 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 hueco del pozo.

Las ventajas de este tipo de completamiento están representadas por la facilidad en prevenir y controlar la producción de agua y gas, la procedencia de estimular la formación en intervalos grandes, facilitar la realización de completamientos adicionales como técnicas especiales para el control de arena, facilita la profundización del pozo, el diámetro del pozo frente a la zona productora es completo y este completamiento se adapta a cualquier tipo de configuración mecánica.

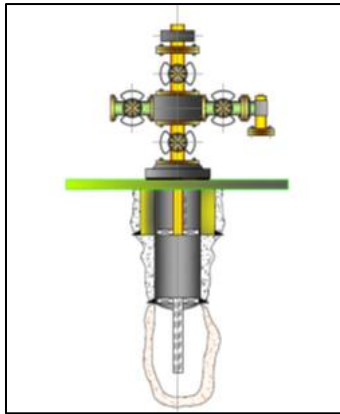
Las desventajas de este completamiento están representadas por los altos costos del cañoneo cuando se trata de intervalos grandes, la reducción del diámetro efectivo del hoyo y la productividad del pozo, requerimientos adicionales en trabajos de cementación, exigencia en los trabajos de cementación y la criticidad en la interpretación de registros y perfiles.

✓ **Completamiento con forro o tubería ranurada:** Este tipo de completamiento se utiliza mucho en formaciones no compactadas debido a problemas de producción de fragmentos de rocas y de la formación, donde se produce generalmente petróleos pesados. En un completamiento con forro, el revestidor se asienta en el tope de la formación productora y se coloca un forro en el intervalo correspondiente a la formación productora. Dentro de este tipo de completamiento se encuentra la siguiente clasificación:

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 175 de 352</p>
---	---	---	---	--

- **Completamiento a hoyo abierto, con forro no cementado:** En este tipo de completamiento un forro con o sin malla se coloca a lo largo de la sección revestimiento del intervalo de interés. El forro con o sin malla puede ser empacado con grava para impedir el arrastre de la arena de la formación.

Entre los requerimientos necesarios para que este tipo de completamiento se lleve a cabo, están los siguientes: formación no consolidada, formación de grandes espesores (100 pies a 400 pies) y formación homogénea a lo largo del intervalo de completamiento entre otros (**Figura 2-53**).



Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

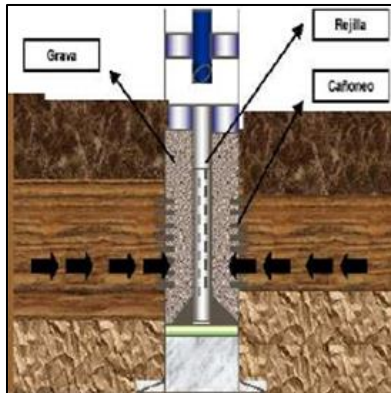
Figura 2-53: Esquema típico completamiento con forro o tubería ranurada.

En el completamiento con forro ranurado no cementado, las ventajas están representadas en la reducción al mínimo del daño a la formación, no existen costos por cañoneado, la interpretación de los perfiles no es crítica, se adapta fácilmente a técnicas especiales para el control de arena y el pozo puede ser fácilmente profundizable.

Las principales desventajas están en que dificulta futuras reparaciones, no se puede estimular selectivamente, la producción de agua y gas es difícil y existe un diámetro reducido frente a la zona o intervalo de producción.

- **Completamiento con hoyo revestido y empaque con grava:** Es un método por el cual se coloca grava en la zona productiva para retener la producción de arena de la formación y aumentar la permeabilidad relativa de la formación. Para este tipo de completamiento se coloca una tubería ranurada en la zona productiva. Este tipo de completamiento tiene como objetivo principal, colocar grava compacta en el espacio anular entre el forro y la formación productora (en el caso de un hoyo abierto o el espacio anular) y entre el forro y el revestidor de producción (en caso de hoyo revestido y cañoneado) (**Figura 2-54**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 176 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Fundación Universidad de América, 2020

Figura 2-54: Esquema típico del completamiento con hoyo revestido y empaque en grava.

Las ventajas del completamiento con hoyo revestido y cañoneado, con empaque de grava están representadas en la existencia de facilidades para completamiento selectivo; mediante el cañoneo selectivo se puede controlar con efectividad la producción de gas y agua, la producción de fluidos de cada zona se puede controlar y observar con efectividad, es posible hacer completamientos múltiples.

Las principales desventajas son debidas a la restricción en el completamiento ya que se debe dejar la rejilla en el hoyo, taponamiento debido a la formación de escamas cuando el agua de inyección de mezcla con el fluido de completamiento a base de calcio utilizado durante el empaquetamiento con grava, la pérdida de fluido durante el completamiento causa daños a la formación, genera erosión y/o corrosión de la rejilla debido a la arena que choca contra cualquier superficie expuesta.

B Pruebas cortas de producción

De acuerdo con lo establecido en la **Resolución 181495 del 02 de septiembre de 2009** del Ministerio de Minas y Energía, una vez concluida la perforación y terminado el pozo, se realizará una prueba inicial de producción para cuyos efectos, previamente, deberá enviarse un programa al mencionado Ministerio. La prueba tendrá una duración aproximada entre 7 y 15 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 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 que nos proporcionen las características del reservorio, prediciendo el desempeño del mismo y diagnosticando el daño de formación. El análisis de pruebas de pozo es uno de los

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 177 de 352</p>
---	---	---	---	--



métodos más importantes disponibles para los ingenieros de yacimientos para establecer características de reservorio, tales como permeabilidad y compresibilidad, posición de fronteras 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 se inicia llenando el pozo con fluido de baja densidad para que la presión hidrostática sea menor que la presión supuesta del yacimiento. Si la formación de interés no está revestida con tubería, es decir que se encuentra en hueco abierto, el pozo puede ser probado sin necesidad de cañonear la formación.

En caso de haber instalado un revestimiento de producción, se baja una sarta de tubería con cañones en la punta que al detonar perforan el revestimiento y el cemento para poner en contacto la formación de interés con la superficie. De esta manera el fluido sale a la superficie para su evaluación.

Una vez ha establecido comunicación entre el pozo y la formación de interés, se evalúan los daños generados en la formación durante los procesos de perforación y completamiento con el fin de realizar trabajos de estimulación que mejoren la productividad del pozo. Estos trabajos comprenden fracturamientos de formación, en las cuales se bombean fluidos (ácidos, agua, crudo, etc.) a tasas altas hasta conseguir elevar la presión en fondo y causar la ruptura de la estructura geológica. También se inyectan ácidos orgánicos o inorgánicos con el fin de limpiar la cara de las formaciones y remover las partículas que taponan el libre flujo de los fluidos de la formación. El uso de geles, compuestos de KCl, HCl o similares, rompedores de

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 178 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

emulsión, derivados del petróleo como xilenos, diésel, etc., y otro tipo de aditivos también pueden considerarse para mejorar la productividad del pozo.

Después de sondear y estimular la formación, se procede a bajar dentro del pozo una sarta de producción que facilite el flujo del crudo desde la formación hasta superficie. Es posible que el yacimiento tenga la suficiente energía propia para conducir los fluidos desde el fondo del pozo hasta superficie y no exista necesidad de instalar algún tipo de levantamiento artificial, y por lo tanto, el pozo fluirá naturalmente. Si la energía del yacimiento no es suficiente para enviar el fluido a superficie, se puede “suabear” el pozo para impulsar el flujo desde el fondo. Este proceso aplica el principio de émbolo y se realizan varias corridas para extraer el fluido y estimular el flujo a través del achicamiento del pozo.

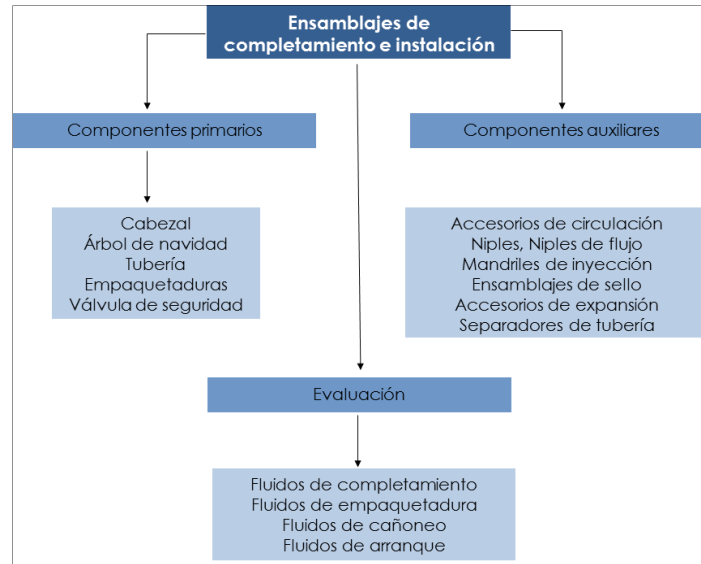
Otra opción consiste en el uso de métodos para levantamiento artificial, los cuales se instalan en el fondo del pozo y facilitan el bombeo de los fluidos de formación desde el yacimiento a superficie.

Una vez el fluido llega a superficie, se pasa al separador dónde se le retira el gas y el líquido, con el fin de enviar el líquido a un tanque de almacenamiento y de allí se transportará hasta la estación más cercana definida por el proyecto ya sea en carrotanques o líneas de flujo. El sitio de destino de los fluidos obtenidos durante las pruebas cortas de producción, dependerá básicamente de que fluidos se produzcan. El gas obtenido en el separador sería enviado a la tea. Durante este proceso se requiere una serie de medidas de control mecánico como válvulas y cheques que controlan las presiones y caudales y evitan fugas de fluido.

✓ **Equipos requeridos para las actividades de completamiento y las pruebas cortas de producción**

Los equipos requeridos para el completamiento de pozos variarán dependiendo del tipo de completamiento seleccionado para la terminación del pozo. La **Figura 2-55**, presenta una representación esquemática de los principales elementos requeridos durante el completamiento de pozos.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 179 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: SCHLUMBERGER Manual de sistemas de completaciones, 2011

Figura 2-55: Principales elementos requeridos en el completamiento de pozos.

- **Infraestructura y equipos:** Los equipos esenciales que se requieren para llevar a cabo las pruebas de producción son: Separador trifásico con medidores de fluidos en superficie, registradores de presión en superficie y en fondo, manifold de varias válvulas para poder dirigir el flujo proveniente de la prueba hacia la tea, el separador o a los tanques de almacenamiento.

Adicionalmente, se requerirá equipo de fondo de pozo y de control en superficie, bombas de transferencia y carrotanques. Los equipos a utilizar para las pruebas de producción se presentan en la **Tabla 2-69**.

Tabla 2-69: Equipo para pruebas cortas de producción.

UBICACIÓN	EQUIPO
SUPERFICIE	Torre de perforación montada sobre carrier. Separador de producción trifásico. Cargadero. Sistemas de aguas domésticas. Líneas de flujo en superficie. Tea. Tanques verticales para crudo. Tanques para agua. Camiones cisterna. Camión de vacío para contingencia. Laboratorio para medir propiedades del fluido. Tubería. Cañones para revestimiento. External bundle carrier (registro de presión). Empaques. Junta de seguridad. Dispositivo para registro de presiones y temperatura. Mezclador en línea. Bombas para inyección de nafta. Válvula de circulación. Sarta de prueba.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 180 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

UBICACIÓN	EQUIPO
SUBSUELO	Válvula maestra. Swivel. Flowtree T de flujo. Accesorios para el levantamiento con gas, equipo para el bombeo por cavidades progresivas (PCP) y bombeo electro sumergible.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- **Insumos requeridos para las actividades de completamiento de pozos:** En las labores de cementación del revestimiento de producción se utilizará cemento Clase G y aditivos para preparar la lechada, tales como acelerantes o retardantes, según el caso. El cañoneo, pruebas de producción y descripción de la sarta de completamiento dependerán del tipo de yacimiento y fluido encontrado (**Tabla 2-70**).

Tabla 2-70: Materiales para el completamiento.

PRODUCTO	FUNCIÓN
Cemento Clase G	Cementación del revestimiento.
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.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- **Insumos requeridos para las pruebas cortas de producción:** En la **Tabla 2-71**, se indican las cantidades estimadas de los materiales e insumos requeridos durante las pruebas cortas de producción.

Tabla 2-71: Principales materiales e insumos para las pruebas cortas de producción.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA
Aceites y lubricantes	Lt/mes	500
Combustible (gasolina, diésel)	Lt/mes	50000
Fluidos de perforación	m3/pozo	1120
Aditivos para lodos de perforación (bentonita, otros)	ton/pozo	200
Cemento	Ton	6.000
Madera	Ton	2.000
Solventes	Lt	2.000
Pintura	Lt	5.000
Material para soldadura	Ton	500
Productos químicos	Ton	500

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- **Descripción de operaciones de prueba y mantenimiento:** Con el fin de medir la producción de líquido y gas, se cañoneará cada una de las formaciones potencialmente productoras con balas de alta penetración para abrir orificios al revestimiento y al cemento, y de este modo, permitir que las formaciones queden en contacto con la superficie y se proceda a determinar la factibilidad de producción y el tipo de fluidos.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 181 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

- **Limpieza de pozo:** Con el objeto de obtener un crudo limpio, se realizará la limpieza del pozo dejándolo fluir durante un determinado período de tiempo hasta obtener un BSW menor del 1%. En esta limpieza se emplearán las diferencias de presión existentes en el pozo o se estimulará mecánicamente para que los fluidos de formación fluyan hasta la superficie y permitan la separación de aquellos que son diferentes al crudo.

C Tipo de residuos y sistemas de tratamiento

Los residuos que se generaran durante las pruebas de producción pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos sólidos serian el caucho y algunas partes metálicas, producto de la operación del cañoneo en las formaciones de interés. Así mismo, se tendrían los lodos de producción o las borras producto de la producción del pozo.

Los residuos líquidos de las pruebas de producción son algunos restos de fluidos empleados en los tratamientos realizados en el pozo, residuos de aceites y lubricantes y las aguas residuales de formación. Los residuos líquidos de tipo industrial estarán representados principalmente por el formato de sodio (salmuera), fluido de completamiento, generado en mínimas cantidades. Los residuos gaseosos producidos, son los gases producto de la combustión de los motores que trabajan con combustible, los generados de la combustión en los generadores y las emisiones gaseosas de los fluidos producidos en el pozo.

En el **Capítulo 4** del presente EIA, se presentan el tipo, manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos y líquidos, generados en las pruebas cortas de producción de los pozos que se ubicarán dentro del área de desarrollo Llanos 94.

❖ Residuos Sólidos Domésticos

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

El manejo de los residuos sólidos industriales se realizará de igual forma que en la etapa de perforación, dependiendo del tipo de residuo generado.

❖ Residuos Líquidos Industriales

En las primeras etapas de producción del pozo no se espera gran producción de agua asociada de formación; en caso de generarse, el agua separada del gas en el separador bifásico, se deberá almacenar en una de las piscinas utilizadas

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 182 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

durante la perforación del pozo o mantener un frac tank o gauge tank para almacenamiento temporal, para ser dispuesta por alguna de las alternativas de disposición final planteadas en el **Capítulo 4** del presente estudio.

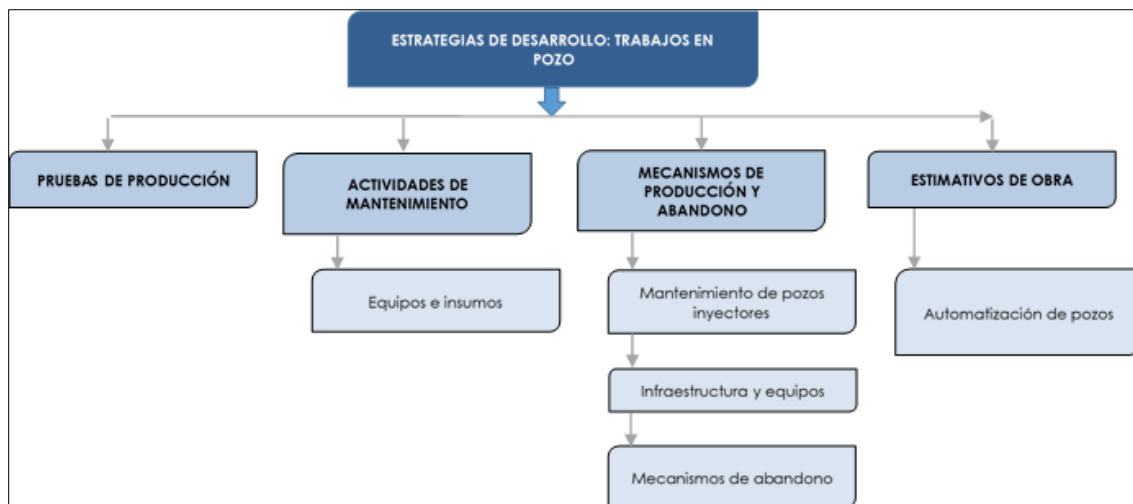
VI Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la perforación, completamiento y pruebas de producción

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** del presente EIA, se describen dichas actividades para las áreas intervenidas por la perforación, completamiento y pruebas de producción.

2.2.2.3 Trabajos en pozo

En la **Figura 2-56**, se señala las estrategias de desarrollo referentes a los trabajos en pozos.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-56: Estrategias de desarrollo trabajos en pozo para el área de desarrollo Llanos 94.

Corresponden a todas aquellas pruebas, acciones e intervenciones realizadas en los pozos para garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos y del proceso de extracción, mantener o incrementar los niveles de producción, mejorar el

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 183 de 352</p>
---	---	---	---	--

conocimiento de las formaciones y la recuperación de hidrocarburos, o cambiar los horizontes de producción aprovechando al máximo la energía propia del yacimiento.

I Pruebas extensas de producción

Una vez perforado el pozo respectivo, revestido, cementado y ejecutada la toma de registros, se procederá a realizar las pruebas extensas de producción. Estas pruebas se efectúan con el propósito de calcular o conocer la productividad del pozo, determinar el potencial de producción, capacidad de permeabilidad de la formación, las reservas del yacimiento, las presiones de los diferentes estratos productores y las propiedades de los fluidos encontrados. Durante las pruebas extensas se establecen los procedimientos para producir el pozo, el mecanismo de empuje del yacimiento y se mide la presión del flujo del pozo.

Las pruebas extensas de producción permitirán estabilizar la tasa de producción del pozo, determinar el potencial del yacimiento y las características de la mezcla de fluidos tales como son el porcentaje de agua y de sedimentos (%BSW), la relación gas/aceite (GOR), la salinidad del agua de formación, los niveles o comportamiento de las presiones existentes en el yacimiento y las características de la formación, entre otras. De acuerdo con lo establecido en el **Artículo 36 de la Resolución 181495 del 02 de septiembre de 2009**, del Ministerio de Minas y Energía las pruebas tendrán una duración de 6 meses, prorrogables en función de su alcance.

Mediante la realización de pruebas de producción se determinará, además, el comportamiento de las presiones en la cara de la formación y en la cabeza del pozo durante períodos de cierre y de flujo del mismo. Otros objetivos que se busca alcanzar con la realización de las pruebas extensas de producción, son:

- Efectuar la limpieza de los sedimentos contenidos en la posible formación productora.
- Determinar el efecto skin o posible daño de formación causado durante las actividades de perforación.
- Determinar las permeabilidades de la zona productora, las presiones de la formación, las temperaturas de fondo, la porosidad promedio y los índices de productividad de la zona de interés, las cuales son evaluadas a varias tasas de flujo.
- Observar las presiones de recuperación de la formación de interés, realizando cierres y aperturas en diferentes períodos de tiempo para el pozo (pruebas de build up).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 184 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- Identificar los diferentes mecanismos de empuje del yacimiento. Estos mecanismos están directamente relacionados por las presiones de fondo cuando el pozo se encuentra fluyendo y por las tasas de producción del mismo.
- Determinar los límites del yacimiento por estudios de sísmica, geología y análisis de las pruebas de flujo y restauración de presión (build up).

Una vez los objetivos de las pruebas extensas han sido identificados, se procede con el diseño de la prueba propiamente dicha, seleccionando una prueba de pozo en particular para alcanzar los objetivos deseados, desarrollar procedimientos de seguridad y economía para la implementación de la prueba, y la selección de los equipos requeridos para obtener los datos apropiados.

En general, los objetivos de una prueba de pozo no son sólo obtener suficientes datos, y esto es debido al tiempo y los costos que requiere la captura de información. Para satisfacer estos objetivos, se deben reconocer las condiciones ambientes de la prueba, y entender como estos ambientes pueden afectar el diseño e implementación de la misma. A continuación, se presenta una síntesis de las condiciones más frecuentes que deben tener en cuenta al momento de realizar una prueba de pozo.

A Manejo y destino de fluidos producidos durante las pruebas extensas

La separación y manejo de los fluidos que se generen durante las pruebas extensas de producción de los pozos proyectados, se realizará en la misma plataforma multipozo donde se perforó el pozo y/o en las plataformas multipozo próximas incluidas dentro del programa de perforación, para lo cual se tendrá un espacio libre en el cual puedan instalarse los equipos necesarios para el proceso.

Durante las pruebas de producción, tanto cortas como extensas, en el lugar donde se centralice el proceso de separación de los fluidos, se realizará el siguiente manejo:

Manejo de crudo: El crudo que se obtenga en los procesos de producción, será enviado a un sistema de tratamiento en el que se separará de los demás fluidos. El crudo limpio se recibe en tanques portátiles o frac tanks dotados de los elementos de seguridad necesarios, tales como válvulas de presión y vacío, visores y/o alarmas por alto nivel, diques temporales, entre otros elementos. Desde estos tanques, el crudo será transportado por líneas de flujo y/o en carrotanques hasta las estaciones designadas por **PAREX**.

Manejo de aguas de producción: En relación al tratamiento de las aguas asociadas a la producción, éste se desarrolla de la siguiente forma: El agua separada del proceso en el Gun Barrel será conducida a una caja API, en la que se separarán

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 185 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

las trazas remanentes de aceite y el agua se conduce a tanques y/o piscinas de tratamiento. Las aguas residuales que se generen durante las pruebas de producción serán incorporadas al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de la plataforma para su manejo y disposición final conforme a lo solicitado en el **Capítulo 4** del presente EIA.

Manejo de gas: De acuerdo con los estimados de producción de gas se tiene contemplado parte del gas producido, será utilizado para la generación de energía en cada plataforma multipozo o facilidad de producción, y el restante será quemado por medio de la tea instalada en cada plataforma multipozo y facilidades de producción.

B Facilidades de producción tempranas para el manejo de las pruebas extensas de producción

El objetivo principal de las pruebas extensas de producción será la de obtener la información necesaria del yacimiento para establecer un plan de explotación basado en información confiable.

El manejo de los fluidos se llevará a cabo por módulos o trenes de tratamiento que permitan llevarlos a condiciones de entrega.

El alcance de estas facilidades incluye todos los equipos necesarios desde la válvula de choque del árbol de navidad del pozo, hasta el punto de entrega en los respectivos cargaderos de crudo, agua y gas. La filosofía de operación de la planta está basada en la premisa de no quema o mal uso de los recursos. Tanto el aceite producido como el gas serán entregados a los mercados regionales para su aprovechamiento; el agua residual será enviada en carro tanques para ser tratada por un tercero que cumpla con los lineamiento y regulaciones colombianas.

Las facilidades de producción temprana para el campo consistirán de un módulo de separación, deshidratación, refrigeración, compresión, almacenamiento, así como unos módulos de carga de los fluidos producidos; existen además otros módulos de apoyo al proceso como lo son la generación de energía.

Descripción del proceso: En la **Tabla 2-72**, se presenta la relación de los equipos que conformarán los módulos de proceso en las facilidades tempranas a instalar durante las pruebas extensas de producción de los pozos en cada una de las plataformas multipozo a construir y adecuar.

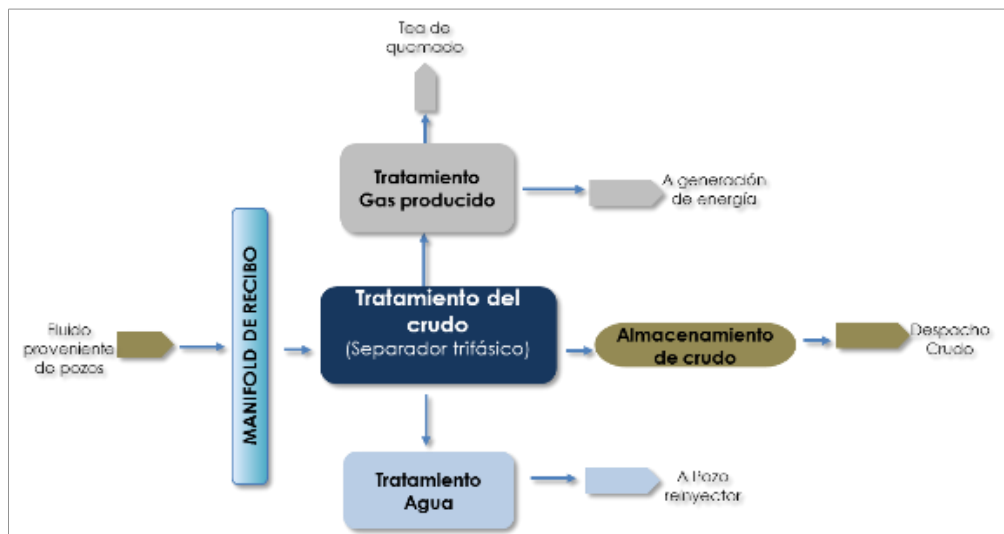
ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 186 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-72: Principales equipos a ser instalados en las facilidades tempranas de producción por plataforma multipozo.

EQUIPOS	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA
Tubería de procesos (diferentes diámetros)	m	90000
Válvulas de bloqueo	Unidad	164
Válvulas multipuerto	Unidad	8
Separadores	Unidad	3
Torres	Unidad	1
Intercambiadores de calor	Unidad	5
Compresores	Unidad	5
Bombas	Unidad	10
Turbinas	Unidad	3
Generadores	Unidad	3
Transformadores de potencia	Unidad	2
Conductor o cable armado	m	14000
Tuberías para pozos (diferentes diámetros)	m	40000
Tanques de almacenamiento	Unidad	6
Tea de quemado de gas	Unidad	1

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

La **Figura 2-57** muestra el diagrama de proceso de las operaciones que se realizarán en las facilidades tempranas requeridas para las pruebas extensas de producción.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-57: Diagrama básico del proceso de las facilidades tempranas requeridas para pruebas extensas de producción.

A continuación, se realiza una descripción del proceso normal de operación de la planta de las facilidades tempranas.

- Los fluidos provenientes del pozo (aceite, agua y gas) son recibidos por el primer equipo de proceso que es el separador trifásico, la función como su nombre lo dice es separar el crudo, el agua y el gas en tres (3) corrientes independientes.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 187 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

El agua libre es separada por gravedad de los fluidos más livianos, esta corriente se dirige hacia unos tanques de almacenamiento atmosféricos de donde luego es despachada hacia las instalaciones para tratamiento y su posterior disposición (**Fotografía 2-67**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-67: Separador trifásico.

- Después de salir del tanque de medición, el crudo es cuantificado en un tanque de medida y luego es transferido para almacenaje (**Fotografía 2-68**), para ello se utilizarán recipientes para líquidos con altas presiones de vapor, de ahí se envía al cargadero (**Fotografía 2-69**), para despachar el crudo al mercado local.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-68: Características de los tanques de almacenamiento.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-69: Proceso constructivo del cargadero de crudo.

- El agua retirada en el proceso de separación será almacenada en tanques para ser sometida a los sistemas de tratamiento descritos en el **Capítulo 4** (**Fotografía 2-70**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 188 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-70: Características de los tanques de almacenamiento de agua.

- Una vez el gas que sale del separador la corriente de gas dependiendo de la cantidad que haya salido, se transporta por medio de una línea de flujo hacia la tea, donde es quemado o se le realiza tratamiento para la generación de energía.

II Actividades de mantenimiento: equipos, insumos, entre otros

Durante la etapa productiva o la vida del pozo se realizan actividades de mantenimiento, estimulación, limpieza y reacondicionamiento o de “workover”, las cuales buscan garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos y del proceso de extracción, así como mantener la productividad bien sea reparando el sistema de levantamiento, reubicando elementos del sistema de acuerdo con el perfil y programa de explotación o introduciendo nuevos mecanismos y tecnologías de estimulación del flujo.

A Mantenimiento

Las actividades más comunes realizadas durante el mantenimiento de pozos son las que se listan a continuación:

- Veredas de verificación del cabezal de pozo y sus accesorios como manómetros, válvulas, tuberías, 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 veredas 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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 189 de 352</p>
---	---	---	---	--

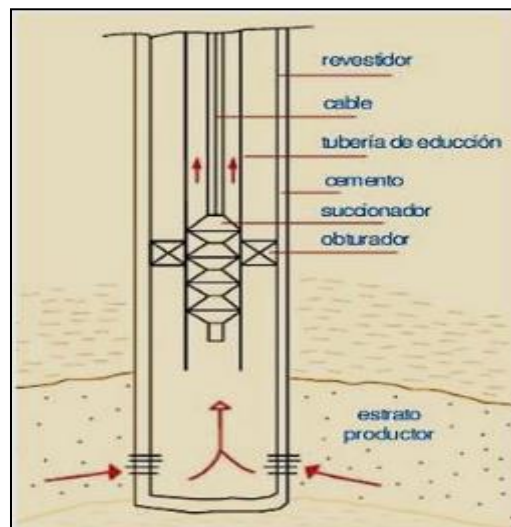
- Toma de muestras de los fluidos de producción para determinar parámetros como densidad API BSW, mojabilidad, tipo de emulsión, salinidad del agua, entre otros.
- Toma de registros de presión y temperatura.

B Estimulación

Hace referencia a aquellos procedimientos que facilitan o mejoran las condiciones de desplazamiento de los fluidos desde la formación 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.

- **Succión:** Corresponde a la estimulación más sencilla durante la terminación del pozo. Consiste en instalar a cierta profundidad, un embolo colgado de un cable utilizando la misma tubería de producción (**Figura 2-58**); al subir dicho embolo 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 (BARBERII, 1998).



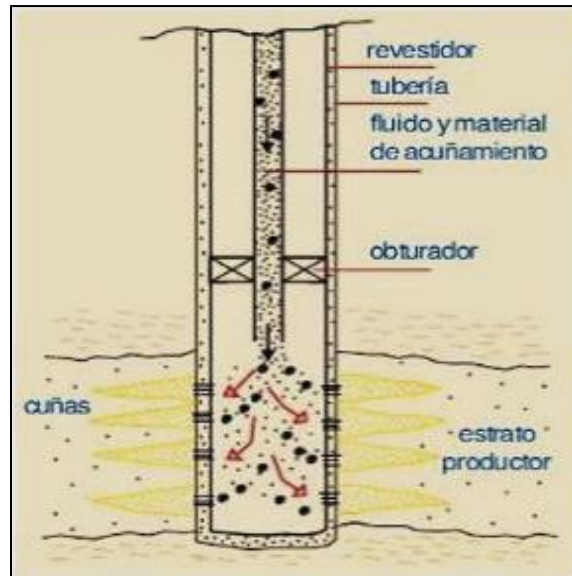
Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-58: Estimulación por succión de un estrato cuya permeabilidad está obstruida.

- **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 mejorar el desplazamiento de los fluidos hacia el pozo (**Figura 2-59**). Para el caso, es importante tomar en cuenta parámetros como viscosidad, peso y composición del fluido, así como la presión que debe aplicarse para fracturar

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 190 de 352</p>
---	---	---	---	--

el estrato (BARBERII, 1998). Los fluidos de fracturamiento más utilizados son: Fluido base agua y espuma.



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-59: Fracturamiento por inyección de fluidos con material sólido.

- **Estimulación con ácidos:** 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 acidas. Los parámetros de trabajo (presión y caudal de bombeo) son bajos comparados con los de fracturamiento. Los ácidos más utilizados son:
 - ✓ **Ácido clorhídrico (HCl):** Solución acuosa que se utiliza comúnmente ya que no deja residuos insolubles después de neutralizado.
 - ✓ **Ácido acético y fórmico:** Ácidos orgánicos con una baja reacción, se utiliza en pozos con alta temperatura de fondo (mayores a 250°F).
 - ✓ **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.

C Limpieza de pozos

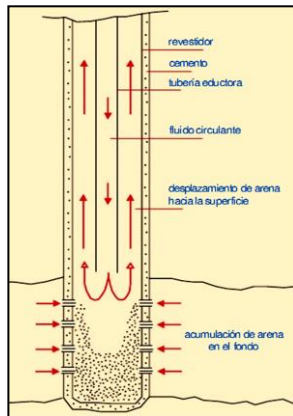
A medida que los fluidos se desplazan desde el yacimiento hacia el pozo, con el tiempo se van acumulando arena y sedimentos en el fondo del mismo; de

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 191 de 352</p>
---	---	---	---	--

igual modo, después de un proceso de fracturamiento parte del propante (arena) se deposita al interior del pozo.

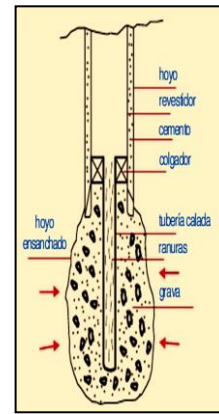
La acumulación de arena es un factor importante ya que además de disminuir el nivel de producción del pozo, a medida que se desplaza con los fluidos provoca abrasión y corrosión en las tuberías, equipos e instalaciones del pozo. Las soluciones más utilizadas para este inconveniente son (BARBERII, 1998), las tuberías de revestimiento y producción de tipo ranurado en el tramo del estrato productor.

- ✓ Circulación de fluidos de limpieza (**Figura 2-60**); normalmente se utiliza salmuera.
- ✓ Empaques o recubrimientos con grava a modo de filtro (**Figura 2-61**).
- ✓ Achicadores o bombas de arena.



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-60: Limpieza de arena por circulación de fluidos.



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-61: Control de arena en pozos con empaque de grava.

D Reacondicionamiento

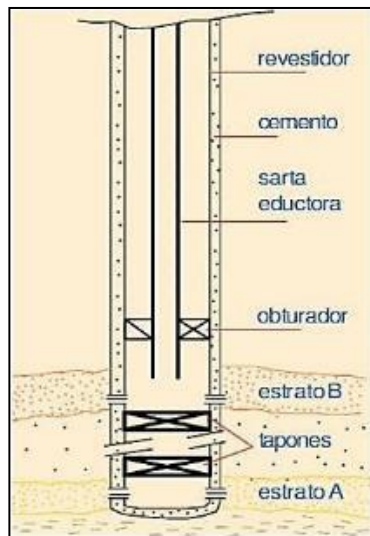
A medida que se da el avance del área de desarrollo Llanos 94, los pozos perforados bajan la producción por múltiples factores, por lo que se desarrollan trabajos de workover, con el fin de mantener o incrementar los niveles de producción y acelerar el recobro de los mismos.

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.

Los trabajos más comúnmente realizados son los que se listan a continuación:

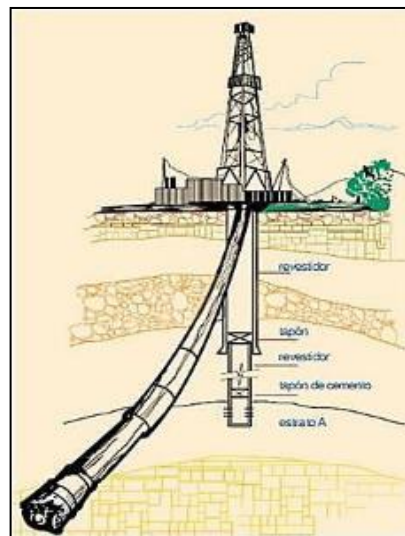
<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 192 de 352</p>
---	---	---	---	--

- Aislamiento de estratos productores de agua y habilitación de zonas con buena saturación de hidrocarburos.
- Cementación remedial de zonas con pérdida de integridad hidráulica.
- Cañoneo de nuevas zonas que se encontraban inactivas con potencial de producción de hidrocarburos.
- 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.
- Retiro e instalación de empaques o tapones.
- Retiro y reinstalación de sistemas de levantamiento.
- Cambio de pozos productores a inyectores.
- Abandono de estratos inicialmente productores y activación de nuevos estratos (**Figura 2-62**).
- Aislamiento del yacimiento original y utilización de su parte superior para exploración de nuevos estratos mediante perforación direccional (**Figura 2-63**).
- Reparación de la tubería de revestimiento y reemplazos de equipos de fondo.



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-62: Abandono de estrato inicial A y activación de nuevo estrato B.



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-63: Aislamiento de yacimiento original y exploración de nuevos estratos mediante perforación direccional.

El reacondicionamiento de pozos en general comprende los siguientes pasos:

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 193 de 352</p>
---	---	---	---	--

- Ubicación de los equipos.
- Descarga del pozo.
- Mantenimiento o cambio del sistema de levantamiento.
- Vereda y pesca.
- Extracción de tubería.
- Sentada de tapones.
- Cambio de tubería.
- Estimulación.
- Cementaciones.
- Cañoneo.
- Nuevas perforaciones.

E 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 (**Fotografía 2-71**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-71: Equipo típico de workover.

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 2-73**.

Tabla 2-73: Materiales e insumos utilizados para trabajos en pozos y su función.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A UTILIZAR	FUNCIÓN
ESTIMULACIÓN Y LIMPIEZA	Petróleo, diésel, kerosene, agua, 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 194 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A UTILIZAR	FUNCIÓN
TODOS LOS TRABAJOS DE POZO	Ácidos: Clorhídrico (HCl), acético (C ₂ H ₄ O ₂), fórmico (CH ₂ O ₂) y fluorhídrico (HF).	Compuestos base para la preparación de las soluciones a inyectar.
	Óxidos de hierro, bisulfato de aluminio, carbonato de zinc y cromato de zinc.	Inhibidores de corrosión.
	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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

III Mecanismos de producción y abandono

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 (3) etapas, tal como se muestra en la **Figura 2-64**.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-64: Mecanismos de recuperación de hidrocarburos durante la vida productiva de un yacimiento.

A Recuperación primaria

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). De acuerdo con las características del yacimiento, los mecanismos de recuperación primaria pueden ser los que se relacionan en la **Tabla 2-74**.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 195 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Tabla 2-74: Mecanismos de recuperación primaria o flujo natural.

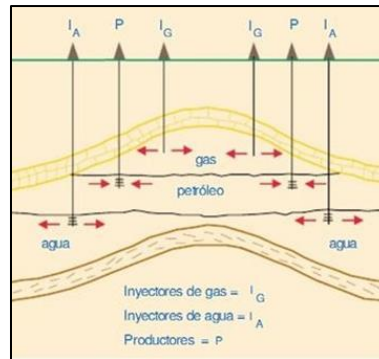
MECANISMO	DESCRIPCIÓN	FIGURA
EMPUJE POR CAPAS DE GAS	Al iniciarse la extracción de petróleo del yacimiento, dado que la compresibilidad del gas es menor que la del petróleo, el casquete de gas aumentará su volumen, mientras no sea producido. Por otro lado, a medida que la presión disminuye, el gas disuelto en el petróleo se liberará formando parte de la capa de gas y contribuyendo con su expansión (Arrieta, 2010).	<p>Fuente: BARBERII, 1998.</p>
LIBERACIÓN DE GAS EN SOLUCIÓN	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 el casquete o capa de gas en el yacimiento, inducida por la mecánica de flujo (BARBERII, 1998).	<p>Fuente: BARBERII, 1998.</p>
EMPUJE HIDRÁULICO O POR AGUA	Su presencia y actuación efectiva puede lograr que se produzca hasta 60% y quizás más del petróleo en sitio. 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>Fuente: BARBERII, 1998.</p>
SEGREGACIÓN GRAVITACIONAL	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>Fuente: BARBERII, 1998.</p>
COMPRESIBILIDAD DE LAS ROCAS Y DE 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 esta 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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 196 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

B Recuperación secundaria

Consiste generalmente en la inyección de fluidos cuando luego de transcurrido un tiempo, el mecanismo primario se ha agotado o disminuido y aún permanecen volúmenes considerables de petróleo por extraer. Básicamente el propósito de la inyección de fluidos es el de aumentar la presión en las capas pertinentes de fluido (agua y gas) y así desplazar el volumen de hidrocarburos (**Figura 2-65**).



Fuente: BARBERII, 1998

Figura 2-65: Mecanismos de inyección de fluidos para recuperación secundaria.

Previamente es preciso realizar pruebas de inyectividad, las cuales están orientadas a obtener gráficos de presión versus tasa de inyección, específicos para cada formación a inyectar. Para este fin, el programa de inyección se realiza a tasas constantes durante el tiempo necesario para lograr una estabilización de la presión de inyección. De esta manera, usando puntos estabilizados de presión y caudal es posible estimar el índice de inyectividad de cada formación. En cuanto a la parte operativa de las pruebas, estas son parte de los trabajos finales de perforación, cuya secuencia se presenta a continuación:

- Descenso de la sarta de prueba hasta la profundidad de la formación a inyectar.
- Baleo de la formación.
- Realizado el baleo, los fluidos de la formación perforada salen a una determinada presión, la cual debe ser controlada desde superficie. Esta acción es conocida como “matar el pozo”, que implica bombear desde superficie un fluido con una densidad adecuada para no superar la presión hidrostática y no dañar la formación, sólo la necesaria para controlar la presión de formación.
- Bajado de la tubería de producción con una sarta para la inyección, desde superficie y sentando con packer en la parte superior de la zona baleada.
- Colocación de cabezal en boca de pozo para iniciar el proceso de inyección a caudales y presiones progresivos.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 197 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- Inicio de la inyección de aguas de formación y/o residuales tratadas.

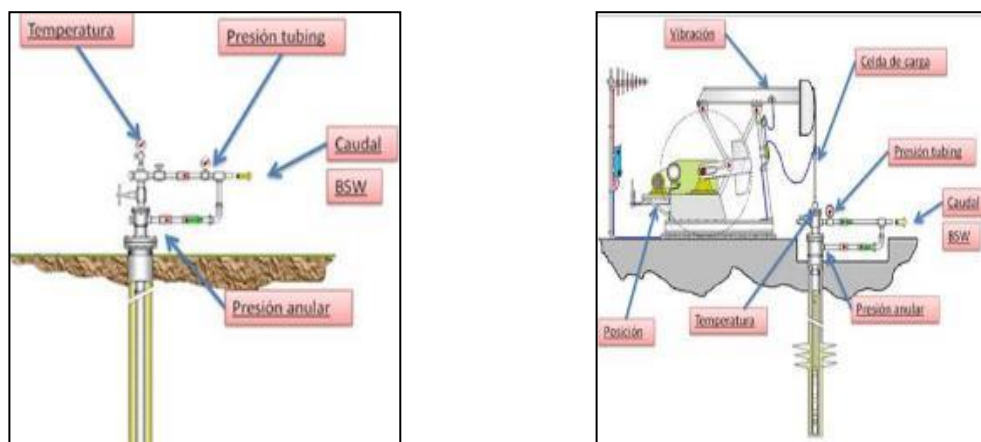
IV Estimativos de mano de obra

En general, las actividades de revisión y mantenimiento de los equipos y sistemas de levantamiento instalados en los cabezales de los pozos activos la realizan un técnico y un supervisor mediante recorridos diarios. Los trabajos de pozos como reacondicionamientos, limpieza, estimulación y/o fracturamientos requieren de 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 llevarán a cabo dichas labores, sin embargo, la cantidad y descripción son similares a las presentadas para la perforación de un pozo (**Tabla 2-68**).

V 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, de tal manera que le permitan administrar, controlar, gestionar, analizar y optimizar los procesos extracción y en general la producción de los mismos (**Figura 2-66**). 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 información.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-66: Variables a monitorear con la automatización de pozos: Flujo natural (izquierda), bombeo mecánico (derecha).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 198 de 352</p>
---	---	---	---	--

De acuerdo con los sistemas de levantamiento convencionales 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 2-75**.

Tabla 2-75: Variables a monitorear en la automatización de pozos de acuerdo con el sistema de levantamiento convencional.

LUGAR	SISTEMA DE LEVANTAMIENTO					
	FLUJO NATURAL	BOMBEO MECÁNICO	BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE	BOMBEO POR CAVIDADES PROGRESIVAS	BOMBEO HIDRÁULICO	GAS LIFT
SUPERFICIE	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del tubing • Presión del tubing • Presión anular • Caudal y BSW 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Presión del tubing • Presión anular • Caudal y BSW • Tensión de la varilla • Posición • Corriente del motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Presión del tubing • Presión anular • Caudal y BSW 	Presión en cabezal de tubería	Presión en cabezal de tubería.	Tasa de inyección de gas.
FONDO	No aplica.	Bomba Válvula fija y viajera	<ul style="list-style-type: none"> • Presión entrada bomba • Presión descarga bomba • Temperatura del fondo • Temperatura del motor • Vibración 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de profundidad de la bomba • Presión fluyente y estática • Profundidad 	Relación gas petróleo	Profundidad de inyección

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Al final, con la automatización de pozos se pretende, entre otras:

- 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 199 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

2.2.2.4 Líneas de flujo

Para el proyecto área de desarrollo Llanos 94 se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de 500 km de líneas de flujo para el transporte de fluidos (emulsión, agua tratada o sin tratar y/o crudo) por medio de líneas de hasta de 16" de diámetro en tubería de acero, para conectar las plataformas multipozo y las facilidades de producción.

El trazado irá preferiblemente paralelo a las vías de acceso y/o distribuidas indistintamente al interior del área de desarrollo Llanos 94, y su ubicación estará determinada por la zonificación de manejo ambiental. De igual forma, se podrá realizar conexión a oleoductos o gasoductos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto, previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales de los dueños de las mencionadas estructuras. En la **Tabla 2-76**, se presenta un resumen de las características generales de las alternativas a utilizar para el transporte de los fluidos de producción en el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-76: Características generales de las alternativas a utilizar para el transporte de fluidos de producción en el área de desarrollo Llanos 94.

TRANSPORTE DE FLUIDOS	<p>Alternativa 1: Se solicita el transporte de fluidos por carrotanques (agua- crudo-gas-emulsión) provenientes de la perforación los cuales, serán cargados desde y hasta cualquier plataforma multipozo, facilidad de producción y/o infraestructura de apoyo. Así mismo, hasta estaciones cercanas de otros campos que cuenten con la capacidad y los permisos necesarios.</p> <p>Alternativa 2: Se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de hasta 588,0 km de líneas de flujo para el transporte de fluidos (emulsión, agua tratada o sin tratar y/o crudo) por medio de líneas de hasta de 16" de diámetro en tubería, para conectar las plataformas multipozo y las facilidades de producción.</p> <p>El trazado irá preferiblemente paralelo a las vías de acceso y/o distribuidas indistintamente al interior del área global siempre y cuando estén sujetas a la zonificación de manejo ambiental, en marcos H y/o enterradas.</p> <p>Conexión a oleoductos o gasoductos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto, previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales de los dueños de las mencionadas estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro máximo: hasta 16,0 pulgadas. - Número de líneas de flujo por conexión: 20 líneas de flujo de hasta 28,0 km. - Conexiones: Entre plataformas multipozo (15 plataformas nuevas y dos (2) existentes) y de estas a las Facilidades definitivas de producción (área nueva o ampliación de locación existente o a construir). - Ubicación: De acuerdo con los resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto, paralelas a las vías de acceso o a campo traviesa. - Sistema de instalación: Enterradas y/o sobre marcos "H", paralelas a las vías de acceso y/o a campo traviesa. - Ancho máximo para Derecho de Vía (DDV): entre 15,0 y 20,0 m para una línea de flujo de 16" más un 50% para líneas paralelas. - Tipos de fluido a transportar: agua- crudo-gas-emulsión. - Sistema de instalación y cruces: Marcos H, enterrada, perforación horizontal dirigida. <ul style="list-style-type: none"> o Cruce de vía: Enterrada (método de zanja abierto). o Cuerpos de Agua: Marcos H y/o Perforación Horizontal Dirigida (PHD) - Sistema de cruce de bosques de galería, ecosistemas sensibles: Método de lingada con el fin de evitar aprovechamientos forestales. y/o Perforación Horizontal Dirigida (PHD)
-----------------------	---

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 200 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

I Especificaciones técnicas de líneas de flujo

Se considera la estandarización de diámetros y espesores para el área de desarrollo Llanos 94, con el objeto de optimizar las compras, los tiempos de entrega y la gestión de stock. Adicionalmente se consideran las siguientes condiciones específicas:

- La presión de diseño será al menos la máxima de las siguientes: 1). Máxima presión operativa en estado estacionario en el punto, y 2). Máxima presión en el punto con la línea en condición estática (caudal cero).
- La temperatura de diseño del revestimiento de la tubería será de acuerdo con las condiciones máximas de operación. Se considerará utilizar un margen de sobre espesor de corrosión de al menos en 1/16 in (1,59 mm). Para caso de ductos que transporten mayoritariamente aguas se complementará con tratamiento químico.

Se considera la implementación de las medidas necesarias para el control de la corrosión interna y externa de la tubería, de acuerdo con las condiciones del sistema de ductos, el medio en el cual se encuentre. El control de la corrosión exterior de los ductos enterrados se realizará mediante la aplicación de recubrimientos anticorrosivos específicos para tuberías enterradas y protección catódica. La protección anticorrosiva en juntas de campo, será compatible y tener un desprendimiento catódico de similar comportamiento a la aplicada en planta para la tubería enterrada.

- Para las líneas de flujo se consideran válvulas de seccionamiento en el límite de la plataforma. En caso de múltiples pozos, el colector en la plataforma reemplaza esta válvula. Dichas válvulas serán instaladas en lugares de fácil acceso.
- Se seguirán los lineamientos establecidos en la norma API 1104 para el proceso de soldadura de ductos. Todos los ductos nuevos serán sometidos a una prueba hidráulica para comprobar su hermeticidad.

En la **Tabla 2-77** se resumen las especificaciones técnicas de las líneas de flujo proyectadas para el área de desarrollo Llanos 94, cuya descripción se realizará en los numerales siguientes.

Tabla 2-77: Especificaciones técnicas de las líneas de flujo en el área de desarrollo Llanos 94.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEAS DE FLUJO				
DIÁMETRO	Hasta 16 pulgadas			
LONGITUD DEL TRAZADO INCLUYENDO DDV	La longitud máxima será de 28,0 Km, sin embargo, esta se evaluará en función de las plataformas a ser conectadas, en todo caso no superará esta longitud máxima.			
ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 201 de 352

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEAS DE FLUJO	
DERECHO DE VÍA	Ancho de DDV entre 15,0 y 20,0 m Será enterrada a una profundidad entre 1,2 y 1,5 m.
CONEXIÓN ENTRE TUBOS	Uniones Soldadas
FLUIDOS MANEJADOS	Crudo, agua o gas.
TIPO DE TUBERÍA	Tubería de acero grado API 5L X42, X46 o X52 y revestida exteriormente
TRAMPAS DE MARRANEO	En cada extremo de las líneas a ser construidas
ESESOR DE LAS TUBERÍAS	SCH 40, SCH STD, SCH 80
MATERIAL	Materiales acero al carbón, materiales flexibles plásticos y fibra de vidrio.
PRESIÓN DE TRABAJO	De 50 a 1,200 Psi líneas de producción Hasta 3,000 Psi líneas de inyección
INSTALACIÓN	Tubería enterrada, y en marcos H, adosadas a estructuras hidráulicas.
CRUCES DE CORRIENTES	<ul style="list-style-type: none"> • Aéreos • Dirigidos • A cielo Abierto Nota: La elección del tipo de cruce dependerá del trazado de la línea que sea proyectada.
PRUEBA HIDROSTÁTICA	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, 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.

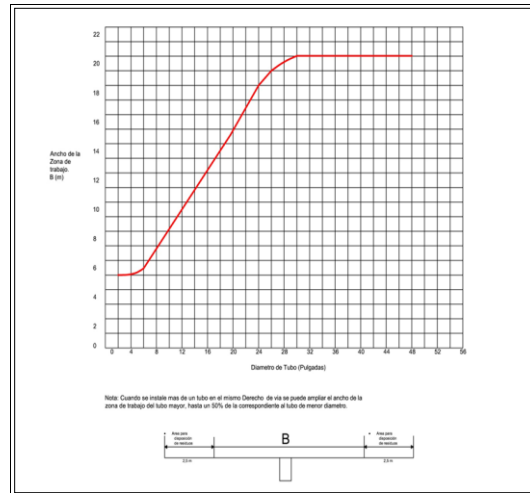
Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

II Alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos

El trazado de las líneas de flujo, se efectuará teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la zonificación de manejo ambiental del proyecto, donde el trazado definitivo se presentará en el respectivo PMA específico, y el corredor máximo de intervención (DDV) será de entre 15 y 20 m para una línea de flujo de 16" más un 50% para líneas paralelas. Es importante señalar que, para la determinación del derecho de vía, se tuvo en cuenta lo establecido en las normas de ingeniería de oleoductos de Ecopetrol (NIO-0400), como se muestra en la **Figura 2-67**.

Es importante señalar que, para la construcción y operación de las líneas de flujo, no se proyecta la construcción y/o adecuación de accesos específicos para esta actividad.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 202 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-67: Esquema tipo para determinación del derecho de vía para líneas de flujo.

Cabe mencionar que el trazado definitivo de las líneas de flujo, se presentará en el PMA específico, en los cuales se deberán tener en cuenta criterios técnicos y ambientales para su ubicación, entre otros:

- Localización en zonas con adecuadas condiciones de estabilidad geotécnica.
- Selección de los lineamientos más cortos y que interconecten la mayor cantidad de plataformas con las facilidades de producción.
- Búsqueda de las condiciones topográficas más favorables (continuidad del trazado).
- Facilidades de acceso a los corredores 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, por ejemplo, áreas con coberturas boscosas y cruces con drenajes naturales.

A Especificaciones técnicas de los cruces especiales

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 203 de 352</p>
---	---	---	---	--

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.

❖ **Cruces de cuerpos de agua lóxicos**

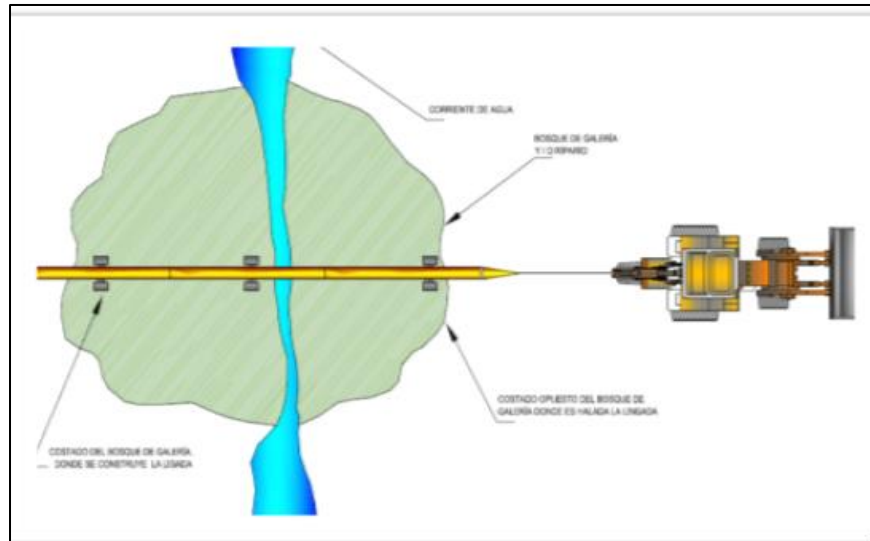
El cruce sobre corrientes superficiales de agua, se realizará de manera aérea sobre marcos H y/o cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida (PHD). Para los cruces aéreos se solicita permiso para ocupaciones de cauce con una franja de movilidad de 100 m cuando la instalación de los marcos H se realice dentro de la ronda de protección de los cuerpos de agua (**Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los 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 afectar las condiciones del lecho del cauce, evitando así las aperturas de las zanjas en estos cruces.

✓ **Cruce aéreo mediante marcos H**

Este tipo de cruce se establece en gran medida basado en el ancho de los cauces a intervenir, 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 (**Figura 2-68**).

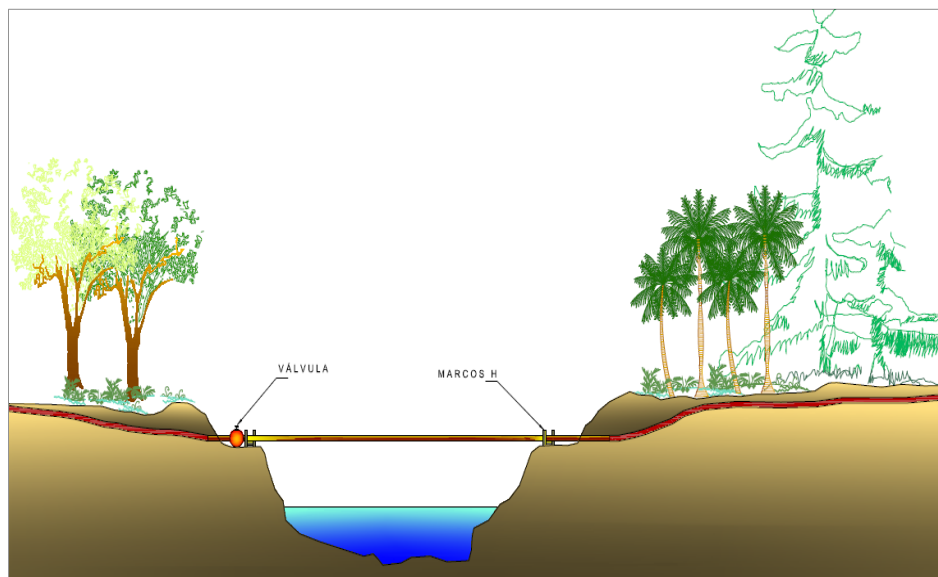
ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 204 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-68: Lanzamiento de lingada en cruce de cuerpo de agua.

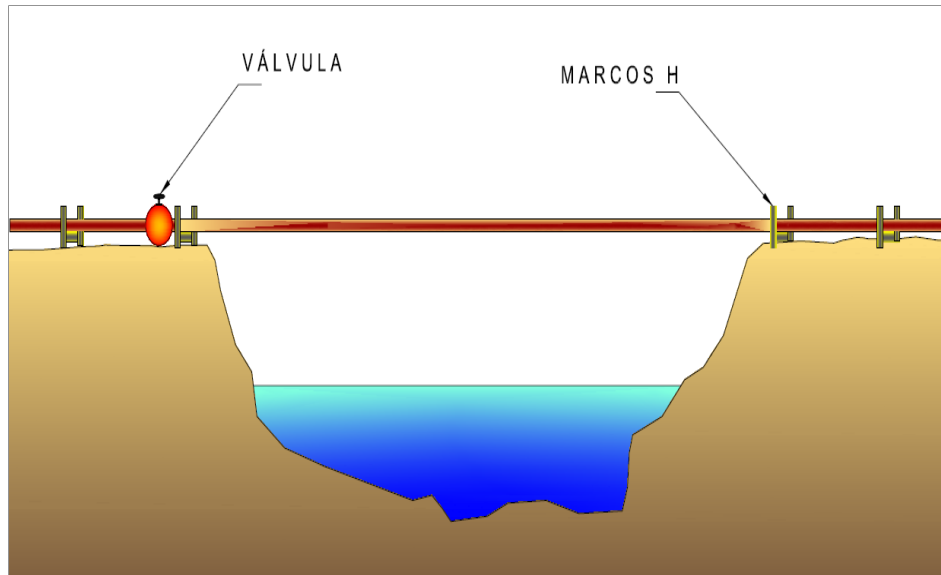
Las **Figura 2-69** y **Figura 2-70**, presentan el diagrama esquemático del cruce propuesto para corrientes de aguas superficiales sobre marcos “H” y puente colgante, para los cuales no se requiere permiso de ocupación de cauce. En general, las tuberías se instalarán sobre los marcos “H” o estructuras del puente colgante, con la ayuda de una grúa (**Fotografía 2-72** y **Fotografía 2-73**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-69: Cruce tipo de cuerpos de agua sobre marcos “H” y puente colgante en tubería enterrada.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 205 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-70: Cruce tipo de cuerpos de agua sobre marcos "H" y puente colgante en tubería sobre marcos "H".



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-72: Equipo para sostener la tubería (Marcos "H").

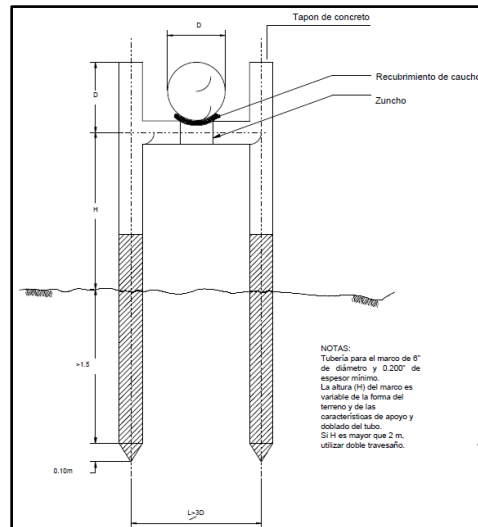


Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-73: Grúa y tendido de marcos "H".

Los marcos "H" o estructuras del puente colgante se fabrican en el taller en tubería de entre 4 y 6 pulgadas aproximadamente, o más de diámetro (según el diámetro de la tubería a soportar), y posteriormente se instalan en el derecho de vía y fuera del cauce (a lado y lado). Estos tienen la siguiente forma (**Figura 2-71**). Cabe anotar que los diseños definitivos de los marcos "H", se presentaran en los planes de manejo ambiental específicos para cada Línea de flujo.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 206 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-71: Aspecto de los marcos H o estructura de soporte del puente colgante utilizados en los cruces de cuerpos de agua.

Los diseños tipo a escala de los marcos “H” y puente colgante, se presentan en el **Anexo. Técnico/Diseños**, sin embargo, los diseños definitivos se presentarán en el PMA específico de cada actividad a ejecutar.

En general, la instalación de los marcos “H” debe hacerse en los sitios requeridos, en huecos de diámetro entre 0,2 m y 0,4 m aproximadamente; el espacio entre el suelo y el tubo se llenará de mortero de proporción 4:1 aproximadamente.

✓ **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.

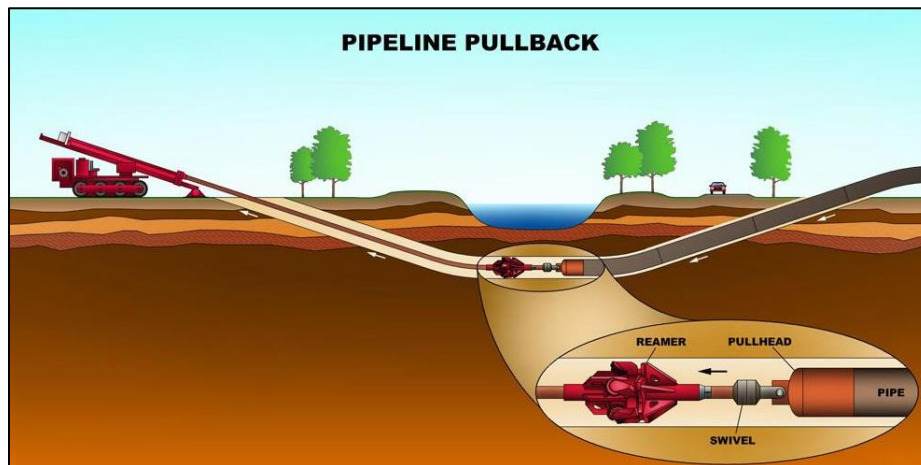
Las máquinas se instalan en superficie, aunque en ocasiones se implantan en un foso. Las de superficie se desplazan mediante orugas. Durante el proceso pueden ser necesarias pequeñas excavaciones por fuera de los cauces para conectar los extremos de los tramos de tubería y manejo de lodos. Las máquinas emplazadas

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 207 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 (**Figura 2-72**), 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.

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 (**Figura 2-73**).



Fuente: www.aples.net.

Figura 2-72: Cruce tipo de corrientes de agua por 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 a 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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 208 de 352</p>
---	---	---	---	--



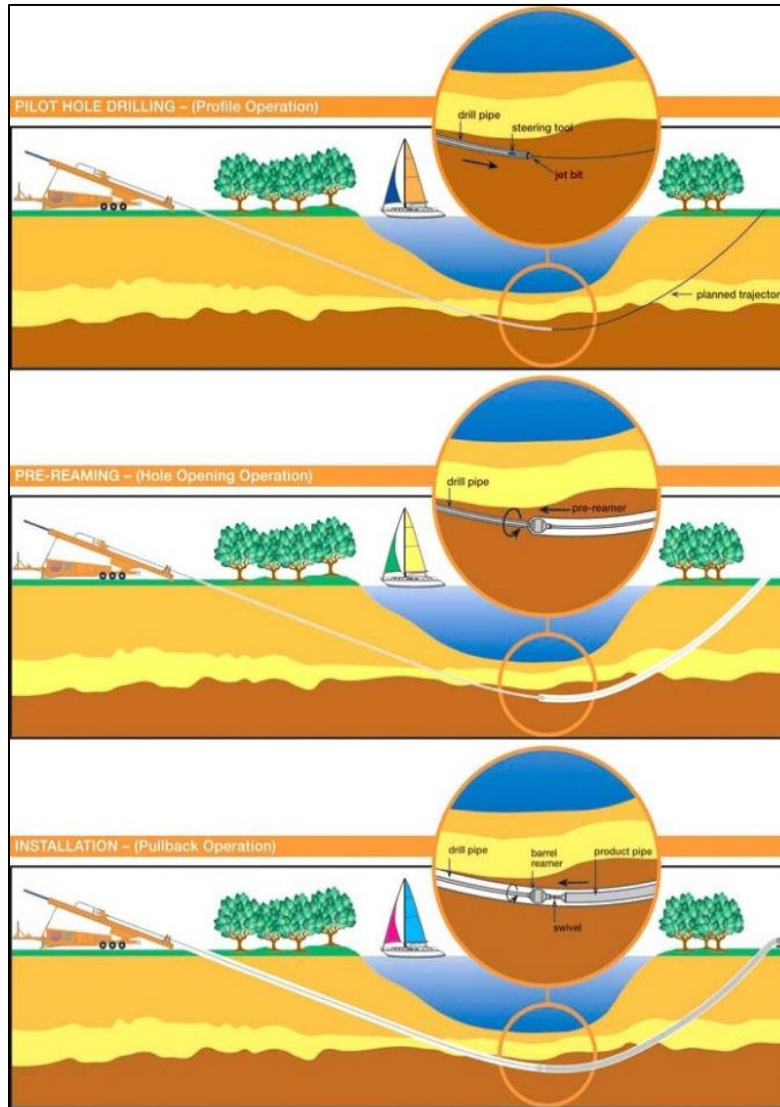
Tras la perforación piloto se realiza la operación de ensanche, normalmente en sentido inverso, tirando de un escariador. El agrandamiento puede hacerse de una vez o en fases sucesivas hasta alcanzar el diámetro necesario. Es habitual que el diámetro final sea el doble de la tubería a instalar. Un aspecto 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 2-78** se presenta el proceso constructivo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 209 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: <http://tracksonhorizontaldrilling.com.au/directional-drilling-presents-top-solution/>

Figura 2-73: Etapas de instalación de tubería mediante perforación horizontal dirigida.

Tabla 2-78: Proceso constructivo de la perforación dirigida.

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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 210 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

ÍTEM		DESCRIPCIÓN
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 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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

✓ **Excavación a cielo abierto para cruces con cuerpos de agua**

La excavación a cielo abierto comprende la intervención directa del cuerpo de agua mediante la excavación de una zanja en el lecho del cauce, la cual se realiza de manera perpendicular al flujo de agua, donde se instala por debajo del nivel de socavación la tubería. Cabe señalar que este tipo de alternativa, se requiere permiso de ocupación de cauce. En la **Tabla 2-79** se presenta la secuencia constructiva de este tipo de cruce subfluvial.

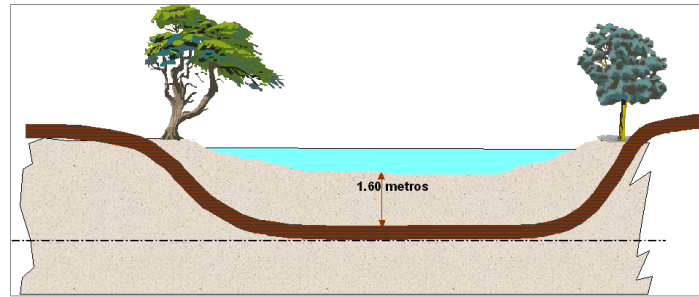
Tabla 2-79: Proceso constructivo de la excavación a cielo abierto.

ÍTEM		DESCRIPCIÓN
1	Localización y replanteo	Consiste en ubicar en las márgenes y cauce de la corriente, los ejes y líneas de guía el ancho de la zanja donde será ubicada la tubería. Asimismo, comprende aquellos elementos y estructuras para la estabilización y control de procesos erosivos conforme los diseños definitivos.
2	Preparación de la tubería	Implica el proceso de soldar, radiografiar y llevar a cabo la prueba hidrostática del tramo de tubería que se instalará antes de abrir la zanja y en un lugar fuera del curso del agua. Posteriormente se realiza el revestimiento de la tubería en concreto o en el material que se defina en los diseños definitivos para cumplir la función de protección y/o lastrado
3	Intervención de la corriente	Consiste en construir un canal, desviar de manera temporal la corriente o intervenir por sectores el cauce, de tal forma que se puedan ejecutar las acciones sin interrupciones del flujo.
4	Preparación del terreno	Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación de la zanja para la instalación de la línea de flujo hasta una profundidad inferior al nivel de socavación natural del cauce, según lo indicado en los diseños definitivos.
5	Instalación de la tubería	Comprende la instalación de la línea de flujo en el fondo de la zanja, sobre sacos de fibra rellenos o sobre capas de materiales granulares no corrosivos de acuerdo con las especificaciones de diseño.
6	Rellenos	Hace referencia a las labores de extender y compactar el material excavado de la zanja para cubrir la línea de flujo. En la última capa se puede instalar enrocados, concreto, sacos rellenos o geosintéticos para controlar los procesos de socavación y erosión del cauce.
7	Obras de estabilización y reconfiguración	Consiste en la construcción de obras como muros en gaviones, instalación de enrocados, trinchos, geosintéticos, sacos rellenos, cortacorrientes, canales y en general todas aquellas estructuras y elementos que permiten estabilizar el cauce y controlar procesos erosivos.
8	Actividades de limpieza y finalización	Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

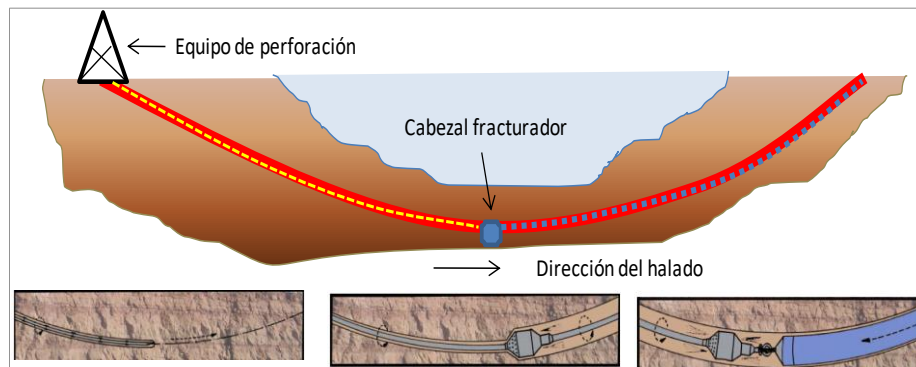
ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 211 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

En la **Figura 2-74** y **Figura 2-75**, se presenta el cruce subfluvial mediante zanjado a cielo abierto y/o perforación dirigida. La profundidad de la tubería abajo del lecho del cuerpo de agua dependerá de las especificaciones de diseño definitivo y de las características particulares de cada uno de los cuerpos de agua a ser intervenidos, cabe mencionar que la realización de estas técnicas se hará en los sitios que se solicitan de ocupaciones de cauce en el **Capítulo 4**, del presente EIA.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-74: Cruce subfluvial de corrientes de agua, por excavación a cielo abierto.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-75: Cruce tipo de corrientes de agua, por perforación horizontal dirigida.

❖ **Cruces de cuerpos de agua lénticos**

Para el caso de los cruces de cuerpos de agua lénticos (v.gr. lagunas, humedales y madre viejas), se contempla el sistema de perforación horizontal dirigida (PHD), el cual es una técnica utilizada para instalar tuberías por debajo de obstáculos naturales, descrita anteriormente (Cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida (PHD).).

❖ **Cruces de bosques de galería, y morichales**

En los cruces de bosques de galería o ecosistemas vulnerables, se utilizará el método de lanzamiento con el objeto de no talar árboles presentes en estas coberturas (**Fotografía 2-74** y **Fotografía 2-75**). Por lo anterior, en ningún caso se

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 212 de 352</p>
---	---	---	---	--

permite la entrada de maquinaria a estas coberturas, para realizar actividades de tendido y alineación.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

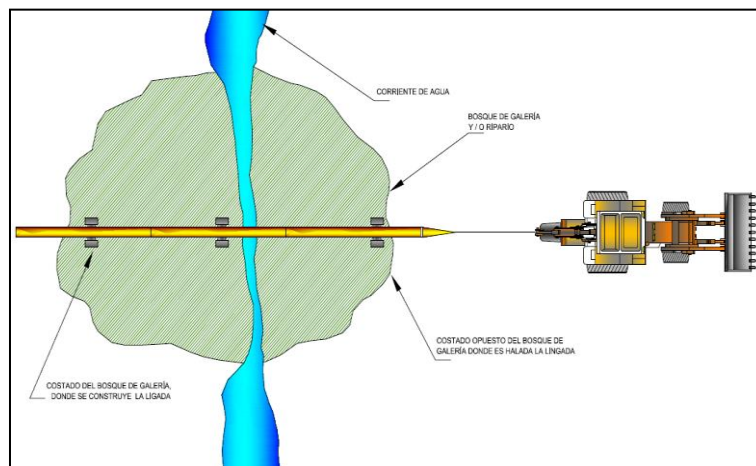
Fotografía 2-74: Lingada de tubería en marcos “H” en cobertura de bosque de galería y/o ripario, sin la tala de vegetación durante su construcción.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-75: Lingada de tubería en marcos “H” en cobertura de vegetación secundaria, sin la tala de vegetación durante su construcción.

En primer lugar, se busca el espacio menos boscoso y de menor ancho del bosque de galería, morichal o área sensible de que se trate. Se realiza la lingada del cruce antes de entrar a dichas coberturas; en el lado opuesto y por fuera del margen de vegetación, una maquina hala esta lingada, la cual rueda a través de unos rodillos, hasta llegar a su posición final. Después de que este ubicada en su posición final, se instalan los marcos “H” (**Figura 2-76**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-76: Esquema de procedimiento de perforación dirigida.

Para la anterior actividad, tan solo se efectuará como medida de manejo, si es del caso, el amarre de algunas ramas de la vegetación durante la etapa de

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 213 de 352</p>
---	---	---	---	--

construcción para facilitar los trabajos del lingado de la tubería sobre los respectivos marcos “H”.

❖ **Cruces de vías, caminos, líneas férreas, etc.**

La instalación de líneas de flujo en cruce de vía se realizará mediante excavación de zanja a cielo abierto. En general se procede con el tradicional zanjado, bajado y tapado empleando el mismo material retirado durante la excavación, donde la labor se realiza interviniendo la vía por mitades, de manera que en lo posible se evita la total interrupción del tráfico vial, o bien como una sola actividad procurando realizar la actividad rápidamente y en momentos en que la actividad vehicular sea mínima (en esta situación, en caso necesario, se colocará un paso provisional como una lámina de metal para permitir el tráfico) (**Fotografía 2-76, Figura 2-77**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-76: Cruce de vía tipo por la construcción de una línea de flujo.

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.

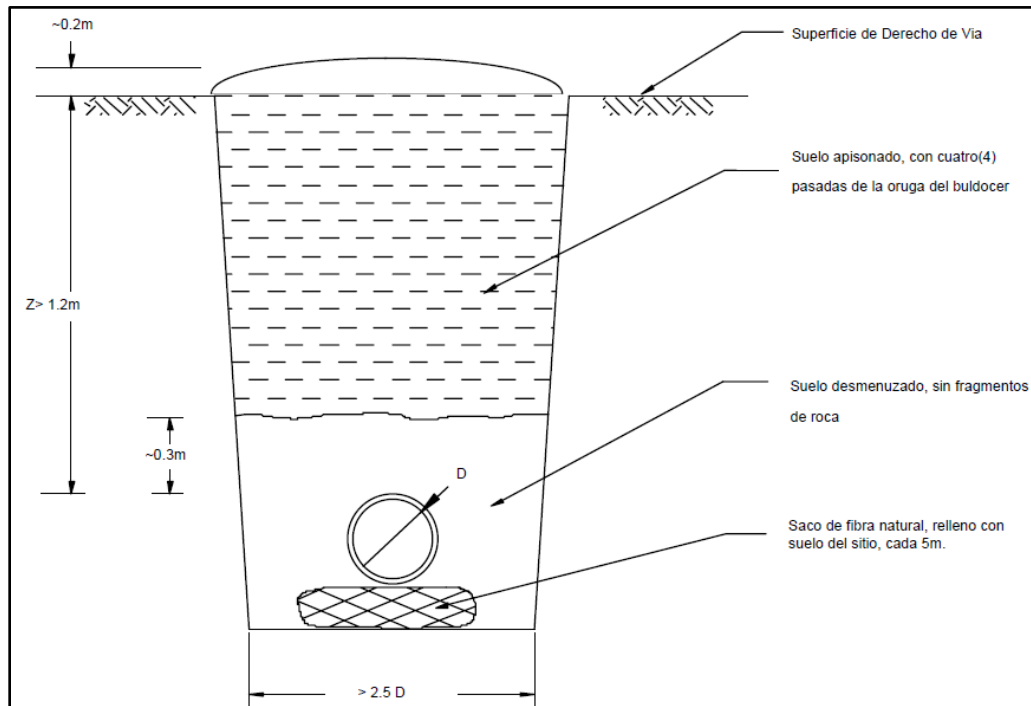
En caso de requerirse el cierre temporalmente de una vía, el contratista deberá:

- Informar oportunamente a la comunidad que hace uso de la vía previo al inicio de la actividad, acerca de su cierre temporal, indicando la duración aproximada de la obra y los horarios de cierre.
- Informar a la autoridad municipal correspondiente acerca de las actividades previstas.
- Habilitar diariamente un horario diurno para el paso temporal de los vehículos.
- Se verificará constantemente que las cunetas (en caso de registrarse) de las vías atravesadas se encuentren libres de material sedimentable y en

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 214 de 352</p>
---	---	---	---	--

condiciones similares o mejores a como se encontraron. Se tendrán en cuenta las medidas de señalización necesarias y que sean aplicables.

- Antes de la intervención de infraestructura vial, se efectuará un registro fotográfico y/o filmico previo al inicio de obras, para efectos de constatar la entrega de la obra en iguales o mejores condiciones al término de la misma.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-77: Diseño tipo del cruce de una vía a cielo abierto, por una línea de flujo.

A continuación se amplían las especificaciones técnicas de los cruces, según el tipo de vía a interceptar.

✓ **Cruce con vías principales y/o línea férrea**

Los cruces con vías principales y/o línea férrea 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 y/o línea férrea.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 215 de 352</p>
---	---	---	---	--



Se deberá tener en cuenta que, si se tienen líneas en operación existentes que vayan paralelas a la vía y/o línea férrea 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 y/o línea férrea 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 y/o línea férrea 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 y/o línea férrea 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 y/o línea férrea, 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 216 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

✓ **Cruce con 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 reconfiguración 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.

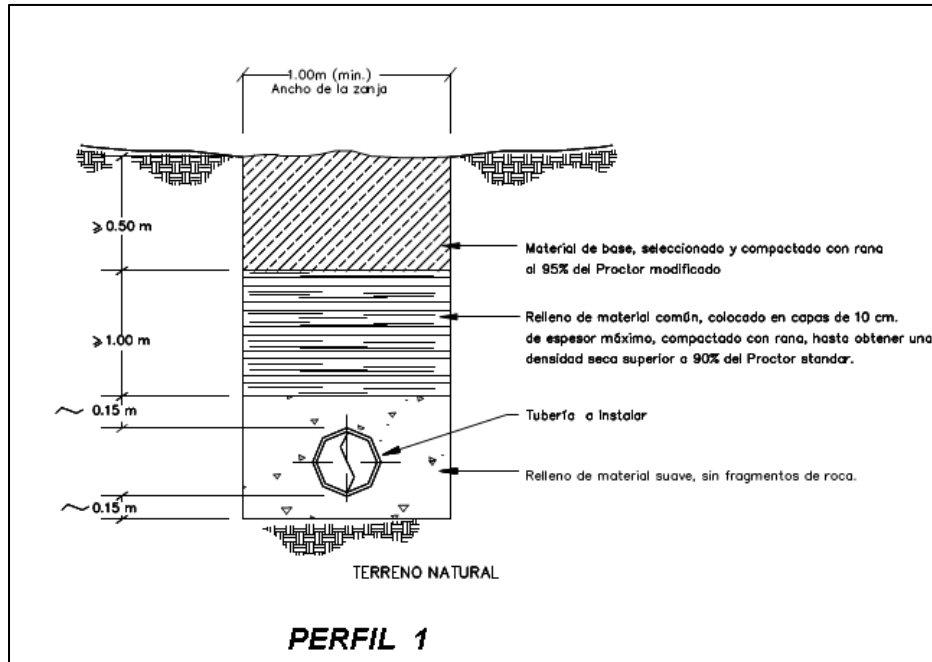
La compactación de las bases granulares se deberá realizar en los espesores y densidades indicados en la **Figura 2-78**. Se deberán realizar por lo menos tres (3) ensayos de densidad en cada una de las capas que conforman la estructura de las carreteras secundarias.

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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 217 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-78: Especificaciones generales para zanja en cruce de carreteras secundarias.

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:

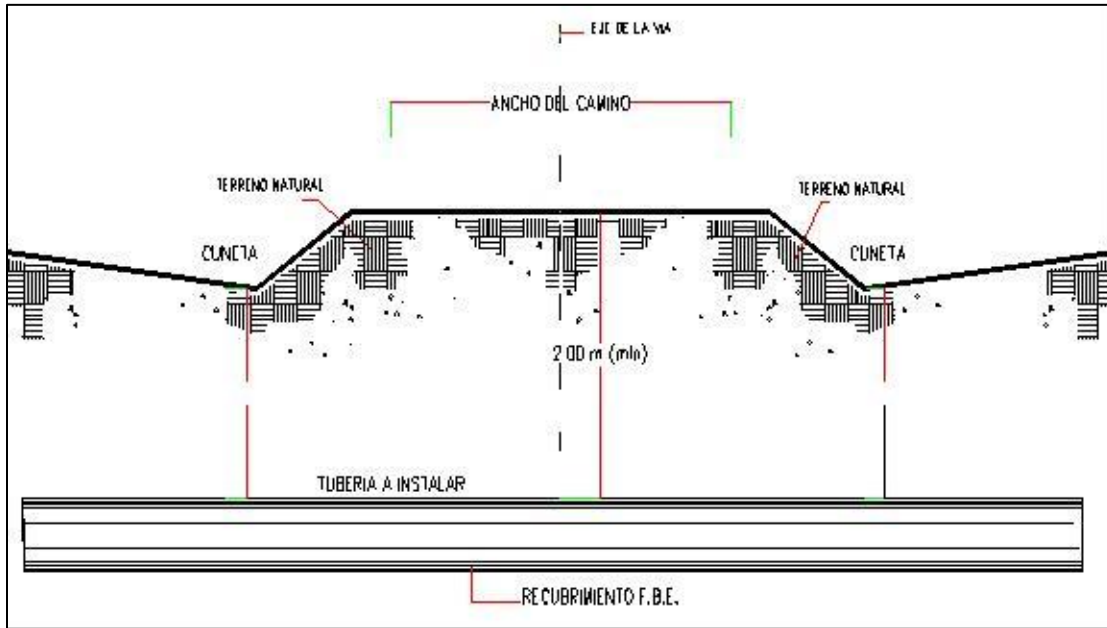
- Informar oportunamente a la comunidad previo al inicio de la actividad, acerca de su cierre temporal, indicando la duración aproximada de la obra y los horarios de cierre.
- Informar a la autoridad municipal correspondiente acerca de las actividades previstas.
- Habilitar diariamente un horario diurno para el paso temporal de los vehículos.
- 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.
- Antes de la intervención de infraestructura vial, se efectuará un registro fotográfico y/o filmico previo al inicio de obras, para efectos de constatar la entrega de la obra en iguales o mejores condiciones al término de esta.

✓ **Cruce con vías terciarias**

Para los cruces con vías terciarias, la tubería se deberá instalar a mínimo 1,50 m de profundidad, medida desde la cota del terreno del camino hasta la cota clave del

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 218 de 352</p>
---	---	---	---	--

tubo. Los cruces de caminos se realizarán tal como se indica en la **Figura 2-79**, teniendo en cuenta que la instalación de la tubería debe realizarse de forma recta.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-79: Especificaciones para cruce de vías terciarias.

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.

❖ **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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 219 de 352</p>
---	---	---	---	--



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 2-80**, además de las especificaciones mencionadas en el literal B. Métodos constructivos del presente documento.

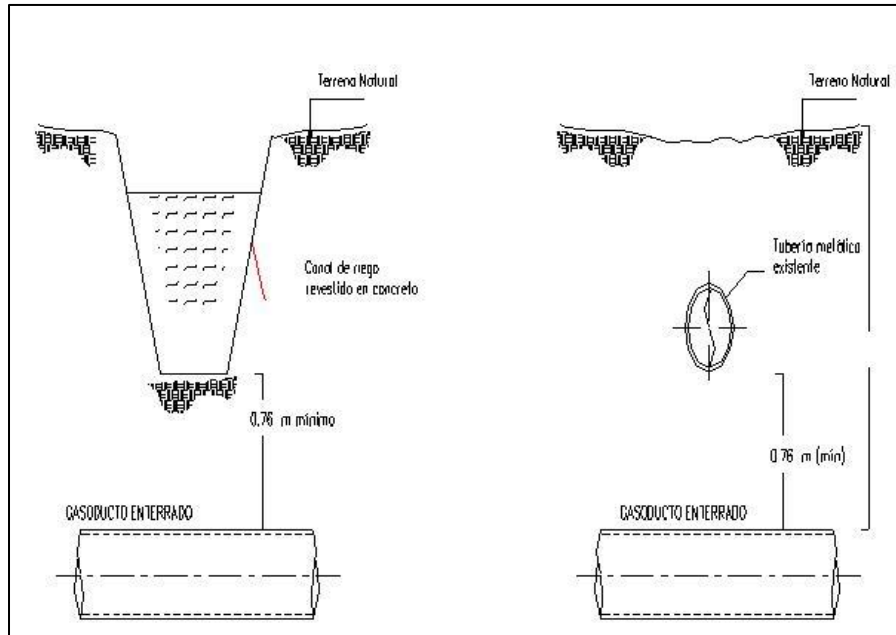
Todas las obras de protección geotécnicas o ambientales pertenecientes a las líneas en operación, la señalización, el revestimiento de protección y cualquier tipo de estructura de soporte de estas tuberías que sufran daños, que sea necesario retirar o que se deterioren con el paso de los equipos, deberán 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 220 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-80: Especificaciones generales para el cruce con ductos existentes.

❖ **Conexión con oleoductos o gasoductos**

La conexión a oleoductos o gasoductos que se puedan encontrar a futuro 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 puedan encontrar a futuro 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 la conexión.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 221 de 352</p>
---	---	---	---	--

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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 222 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 223 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

✓ **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 a 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 224 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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

❖ Cruces 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 30 cm 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 intercección de los dos (2) DDV 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 DDV. 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 DDV como a terceros.

B Métodos constructivos

Los métodos constructivos estarán representados por la ejecución de un realinderamiento mediante rectificación topográfica, seguido de la adecuación del terreno en donde se ubicará la línea de flujo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 225 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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, 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.

❖ **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.

❖ **Negociación de derecho de vía**

Para la instalación de las líneas de flujo es necesario legalizar las áreas necesarias para la construcción, mantenimiento y operación del mismo, mediante la

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 226 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

❖ **Constitución de servidumbres**

Para la instalación de las líneas de flujo es necesario legalizar las áreas necesarias para la construcción, mantenimiento y operación del mismo, mediante la constitución de servidumbre; este procedimiento conlleva las siguientes etapas:

Permiso predial: Documento escrito que de manera expresa le comunica al propietario el propósito de **PAREX** de realizar un proyecto específico en su predio, para lo cual le solicita 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 sean intervenidas.

Prediación: Procedimiento de mensura de las áreas del 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 elaboración de 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 a los criterios de ejecución del proyecto y acorde con la política de negocios de **PAREX**, se suscribirá contrato de promesa de servidumbre, documento en el cual queda definida la obra, las condiciones de uso, los pagos y demás términos que garantizan 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, en donde consten 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 restaurado final el derecho de vía, el contratista hará entrega del corredor a **PAREX**, con los respectivos paz y salvos de cada uno de los propietarios.

❖ **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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 227 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

(vías y cruces de corrientes de agua, principalmente), basados en los planos de diseño y en los mapas topográficos.

El eje del alineamiento proyectado y los hombros del corredor se materializarán mediante la colocación de estacas cada 50 m en promedio; de igual forma, se debe establecer el abscisado de la línea cada 100 m aproximadamente. Se señalarán igualmente las zonas que se utilizarán para acopio provisional de las tuberías y materiales de construcción.

❖ **Geotecnia preventiva**

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 del mismo, 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.

❖ **Movilización y desmovilización de equipos**

Para la movilización y desmovilización de los equipos, maquinaria, materiales y personal, se utilizarán los medios más adecuados para evitar los daños a los sitios por donde se transite. Para el transporte de equipos livianos y pesados, se utilizarán elementos como polines, sacos, cadenas, entre otros, evitando la afectación a elementos del entorno durante el recorrido, ni a los mismos transportados.

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.

❖ **Señalización temporal**

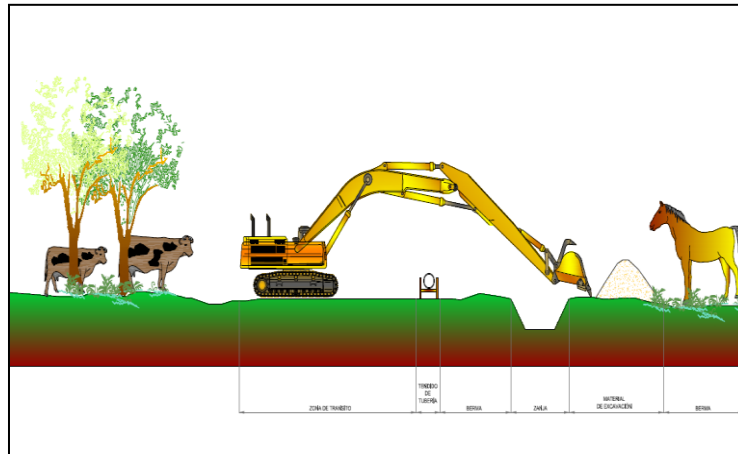
Consiste en la señalización de seguridad industrial y de tipo ambiental que se requiera en las diferentes áreas de trabajo y en los sitios de interés ambiental. En general, la señalización implementada brindará la información necesaria para proteger el personal de la obra, de la zona y el medio ambiente.

❖ **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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 228 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 (**Figura 2-81**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-81: Distribución típica para la utilización del derecho de vía.

Las labores de desmonte 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.

❖ **Movimiento de tierras (en el caso de ir la tubería enterrada)**

Los movimientos de tierra requeridos para la construcción de las líneas de flujo, estarán representados básicamente por la excavación de la zanja con dimensiones aproximadas de 1,2 m de profundidad por 0,8 m de ancho (para tuberías de 12 pulgadas). Lo mencionado anteriormente permite calcular que los movimientos de tierra serán del orden de 0,8 m³ (para tubería de 12 pulgadas) 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 del mismo con plástico o manto impermeable, para evitar el lavado por escorrentía.

❖ **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

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 229 de 352</p>
---	---	---	---	--

proteger el personal de la obra, el personal de la zona y el medio ambiente, tal y como se especificó en la **Tabla 2-28**.

❖ Señalización

La ruta o derecho de vía de las líneas de flujo deberá ser señalada con postes en tubos de aproximadamente 4 pulgadas y 1,8 m de alto, con su respectiva casilla marcadas con los diámetros de las tuberías y colocados aproximadamente a 1,2 m de la margen derecha de la tubería, y espaciados cada 600 m aproximadamente.

❖ Apertura y adecuación del derecho de vía

La apertura del derecho de vía, comprende la adecuación del corredor para el tránsito de la maquinaria y la realización de los trabajos de instalación de las tuberías, previa construcción de las obras de geotecnia preventiva. El material de desmonte y descapote extraído de esta labor (en caso de no ir dentro de los corredores de las vías), se acopiará temporalmente y en forma separada a un lado del derecho de vía.

Con el fin de evitar perjuicios a los propietarios de los predios por los cuales pasa el corredor (en caso de no ir por dentro de los corredores de las vías), en los sitios donde sea necesario cortar cercas deben instalarse previamente puertas o broches, los cuales deben permanecer cerrados cuando no estén en uso. Para iniciar las labores de apertura del derecho de vía en un sector determinado será indispensable que las obras de geotecnia preliminar estén construidas en dicho sector.

❖ Tendido de las tuberías

Corresponde al transporte de la tubería y los marcos "H", en caso de requerirse, hasta los sitios de almacenamientos principales y secundarios, previamente aprobados por **PAREX**, los cuales se localizarán en las plataformas existentes y próximas al corredor, desde donde posteriormente se realizará la distribución a los diferentes frentes de trabajo.

El transporte se realizará utilizando carga – tubos, cuyos soportes ("cunas") deben estar debidamente protegidos con bandas de caucho. En los sitios donde no existe espacio suficiente para el manejo de la tubería sobre el área de trabajo, esta se almacenará en lugares cercanos, para proceder a su alistamiento y transporte a medida que se encuentre preparada la zanja para su instalación (**Fotografía 2-77** y **Fotografía 2-78**). La **Figura 2-82** presenta las características típicas de tendido de tubería.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 230 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



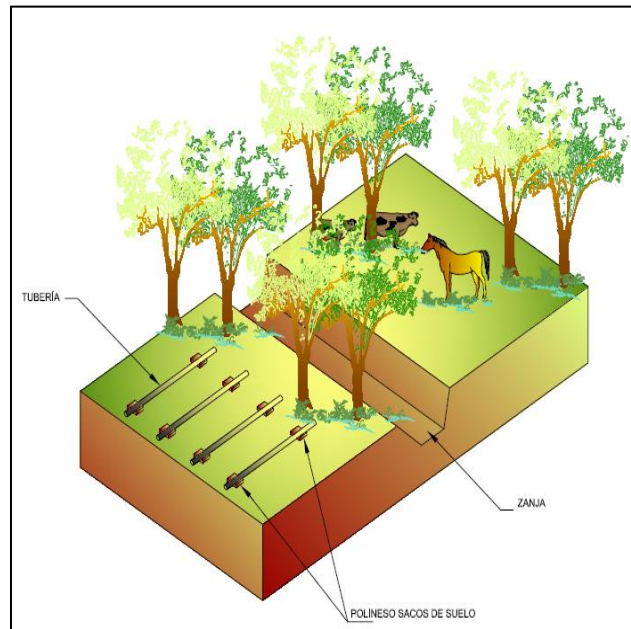
Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-77: Transporte de tubería hasta el derecho de vía.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-78: Tendido de tubería a lo largo del derecho de vía.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-82: Características típicas del tendido de tubería.

Las tuberías estarán dispuestas de tal manera que permita la circulación de vehículos y maquinaria de la obra (**Fotografía 2-79**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 231 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-79: Tendido típico de una línea de flujo.

❖ **Doblado, alineación y soldadura**

Para acomodar la tubería a los cambios de dirección establecidos en el alineamiento o a los cambios topográficos, la comisión de topografía determinará el grado de curvatura para cada tubo (para que se acomode lo mejor posible al fondo de la zanja y o en marcos "H" si se requiere). Este proceso se efectúa en frío, mediante el empleo de una máquina dobladora con la capacidad de impacto apropiada a la clase y resistencia de las tuberías. El procedimiento de doblado evitará arrugamientos o deformaciones que afecten los espesores requeridos (**Fotografía 2-80**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-80: Doblado y soldadura de juntas.

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.

Una vez finalizado el doblado, se realiza la inspección, reparación y limpieza de los extremos de la tubería continuando con la alineación de la misma; para lo cual se

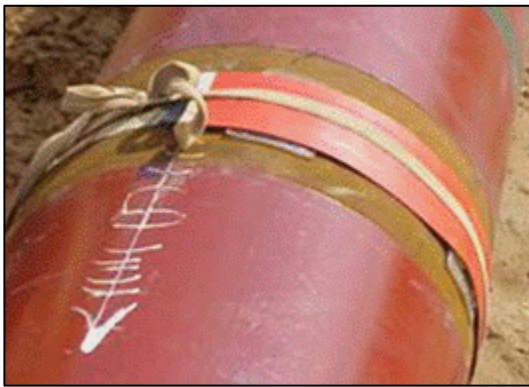
<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 232 de 352</p>
---	---	---	---	--

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.

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

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 (**Fotografía 2-81**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-81: Soldadura de juntas.

Simultáneamente, se realiza una vereda visual del cordón de soldadura para verificar el grado de penetración y acabado de la misma. Así mismo, se realiza una vereda mediante prueba radiográfica o de ultrasonido con equipo portátil (**Fotografía 2-82** y **Fotografía 2-83**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 233 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-82: Prueba radiográfica, toma de placas.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-83: Prueba de ultrasonido.

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 la vereda se hará al 100% de las pegas. En el evento de detectarse fallas se procederá a reparar o si es el caso a 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.

❖ **Limpieza y revestimiento de juntas (vereda de la lingada)**

Terminadas y verificadas radiográficamente las pegas o soldaduras de juntas, se procede a su limpieza superficial, de la cual se retira todo tipo de impurezas corrosivas, para luego resguardarla contra la acción del óxido, por medio de recubrimiento anticorrosivo.

Finalmente, se efectúa la vereda de la lingada con equipo especial (holliday detector), para detección de posibles puntos de falla del revestimiento de las tuberías y su reparación (**Fotografía 2-84**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 234 de 352</p>
---	---	---	---	--

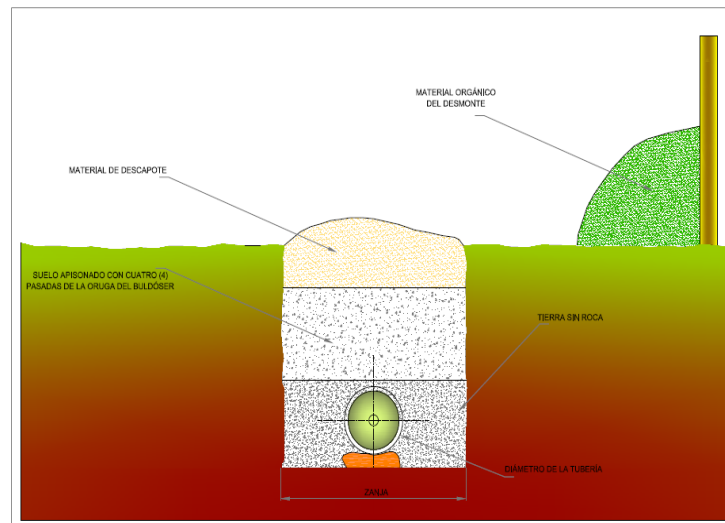


Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-84: Vereda del revestimiento de la tubería. Detección de puntos de falla.

❖ **Apertura de zanja (cuando la tubería sea enterrada)**

Corresponde a la excavación, conformación y mantenimiento de la zanja para la instalación de la tubería. La zanja presentará las siguientes dimensiones aproximadamente de 1,0 m de profundidad por 0,8 m de ancho (para tubería de 12 pulgadas). La **Figura 2-83** presenta el detalle típico de una tubería enterrada.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-83: Características típicas del tendido de tubería.

❖ **Bajado de la tubería (cuando la tubería sea enterrada)**

Una vez realizada la apertura de la zanja se deberá proceder en el menor tiempo posible a ejecutar el bajado de la tubería que consiste básicamente en la colocación en la zanja de la tubería una vez soldada y revestidas las juntas. Comprende las siguientes actividades: Limpieza y nivelación del fondo de la zanja, verificación del estado del revestimiento, y bajado de la tubería.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 235 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 son retroexcavadora, eslingas y side boom.

Los equipos utilizados para la apertura de zanja son retroexcavadora y herramientas menores. Se requiere de un (1) operador y dos (2) ayudantes para el manejo de la actividad (**Fotografía 2-85**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-85: Vereda del revestimiento de la tubería. Detección de puntos de falla.

❖ Tapado de la zanja (cuando la tubería sea 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 cortacorrientes, canales, disipadores de energía, barreras en zanja, muros de contención, etc.

Los equipos utilizados son side boom, buldózer y compactadora. Para las actividades de bajado y tapado de la tubería se requiere de un (1) operador del side boom, ayudantes, operador de buldózer y un (1) supervisor.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 236 de 352</p>
---	---	---	---	--

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.

❖ **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.

❖ **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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 237 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

❖ **Reconformación del terreno y obras de protección geotécnica**

En esta etapa se ejecutarán medidas conducentes a la recuperación de las áreas afectadas por la construcción, con el fin de procurar obtener condiciones similares a las iniciales de la zona. Esta recuperación se realizará mediante el uso de buldócer y retroexcavadora, encargadas de reconformar los cortes realizados mediante el retorno del material retenido, hasta el momento, en las obras de geotecnia preliminar. Dichas obras corresponderán a 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 en caso de requerirse.

❖ **Prueba hidrostática y/o neumática**

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 a 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 (**Fotografía 2-86**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-86: Registro típico de una prueba hidrostática.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 238 de 352</p>
---	---	---	---	--

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.

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.

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 vertimiento.

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 2-80** 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 Llanos 94.

Tabla 2-80: Volumen de agua estimado para pruebas hidrostáticas.

DIÁMETRO (PULGADAS)	VOLUMEN REQUERIDO PARA 1 km (Con factor de seguridad del 30%) (m³)
6"	23,7
8"	42,2
10"	65,9
12"	94,8

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 239 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

✓ **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 pre-tratada 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 240 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 241 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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 proceder a 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.
- Una vez el agua haya sido retirada y la tubería esté satisfactoriamente drenada, se da inicio a 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 242 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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 equipo para la ejecución de la Prueba Hidrostática incluye, entre otros, los siguientes elementos relacionados en la **Tabla 2-81**.

Tabla 2-81: 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 2000 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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

El agua residual de la prueba hidrostática se llevará hasta las piscinas de tratamiento del pozo y se le dará el tratamiento para su reutilización y/o disposición final con terceros autorizados.

❖ **Instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras)**

Para la construcción de las líneas de flujo, se tendrán campamentos principales ubicados dentro de las plataformas y facilidades de producción existentes en su momento en el área. En estos mismos sitios se realizará el acopio de los materiales de construcción, tuberías y equipos requeridos para las diferentes labores.

No será necesario adecuar campamentos para vivienda del personal en otros sitios diferentes, ya que el personal no calificado a contratar corresponderá a habitantes del área de influencia, de tal forma que diariamente los trabajadores regresarán a sus correspondientes viviendas. Por otro lado, el personal calificado pernoctará en los centros poblados cercanos al área de desarrollo Llanos 94. Podrán establecerse por temas logísticos la posibilidad de acampar en las haciendas cercanas, siempre y cuando se llegue a un acuerdo en tal sentido con los propietarios y se brinden las medidas necesarias para el manejo de residuos y de recurso hídrico según sea el caso.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 243 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Los equipos empleados en la construcción de las líneas de flujo, tales como buldócer, retroexcavadoras, equipos de soldadura y equipos de revestimiento, entre otros, se localizarán a lo largo del corredor y permanecerán allí mientras dure la instalación de la tubería. Los sitios de acopio temporales estarán al aire libre y se localizarán en el derecho de vía de cada línea de flujo.

Como se señaló con anterioridad, para la construcción y operación de las diferentes líneas de flujo, no se proyecta la construcción de accesos, ya que el movimiento de maquinaria, personal, tubería, materiales y equipos, se efectuará por los mismos derechos de vías establecidos para cada línea de flujo. No se adecuarán zonas como talleres para el arreglo y mantenimiento de la maquinaria y/o equipos necesarios para las líneas de flujo; en caso de requerirse su mantenimiento se efectuará en las plataformas existentes y/o facilidades de producción, o en la cabecera municipal más cercana.

❖ **Diámetro de la tubería a instalar, longitudes y amplitud de los derechos de vía**

El número máximo de líneas de flujo que se contemplan, prevé un escenario donde las plataformas se conectan entre sí, donde las facilidades de producción se conectan con el total de plataformas, y de las plataformas y facilidades de producción hasta el límite del área de desarrollo Llanos 94 (para conectar con campos de explotación vecinos); sin embargo el número definitivo de las mismas, y sus longitudes estarán sujetas a los resultados de la zonificación de manejo ambiental del proyecto.

C Estimativo de demanda de recursos naturales para líneas de flujo

Durante la ejecución de las líneas de flujo en el área de desarrollo Llanos 94, se prevé la demanda de recursos naturales en los aspectos descritos a continuación.

❖ **Recurso agua**

El agua para consumo humano será de botellón, adquirido de los centros poblados cercanos al área en la cual se desarrolle el proyecto.

El agua requerida para la prueba hidrostática se podrá obtener de los puntos de captación autorizados o haciendo reutilización de aguas de producción tratadas, el agua utilizada en la prueba hidrostática se enviará nuevamente a tratamiento en los OTP. Los caudales de agua estimados para las pruebas hidrostáticas se presentan en la **Tabla 2-82**, los cuales, se presenta con más en detalle en el **Capítulo 4** del presente estudio.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 244 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-82: Caudales de agua requeridos para pruebas hidrostáticas

DIÁMETRO (PULGADAS)	VOLUMEN REQUERIDO PARA 1 km (Con factor de seguridad del 30%) (m ³)	CONSUMO APROXIMADO Total (l/s)
16"	94,8	1,09

*El caudal se calculó para un tiempo de 24 horas.
Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

❖ Vertimientos

El manejo de las aguas residuales domésticas que se generen por el personal técnico y operativo durante las actividades de construcción de líneas de flujo, podrá realizarse mediante la instalación de baños portátiles. Se deberá garantizar la instalación de un baño portátil por cada 15 trabajadores. Se debe garantizar el seguimiento y la recolección de los lodos acumulados en estas unidades portátiles con el fin transportarlos hacia sitios autorizados para su tratamiento y disposición final.

En los campamentos transitorios, el manejo de dichas aguas se podrá realizar por medio de un gestor externo autorizado y/o reúso para riego en vía. En el **Capítulo 4** se presenta el detalle de las alternativas de disposición de las aguas tratadas de acuerdo con el tipo de residuos líquidos generados durante las actividades de construcción de líneas de flujo en el área de desarrollo Llanos 94.

❖ Ocupación de cauces

Para las actividades previstas para el cumplimiento de las estrategias de desarrollo, se solicitará el permiso de Manejo de Residuos de cauce en el área de influencia del área de desarrollo Llanos 94 para 40 ocupaciones de cauce sobre los cuerpos de agua superficiales con un rango de movilidad de 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del punto central, en los cuales se podrá realizar la construcción de los cruces aéreos de las líneas de flujo dentro de los cauces de los respectivos cuerpos de agua. En el **capítulo 4. Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales**, se describen los puntos de ocupación de cauce.

❖ Materiales de construcción

En caso de requerirse materiales de cantera durante la construcción de líneas de flujo, el material se podrá adquirir de cualquier otra fuente que no se haya identificado en este estudio siempre y cuando cuente con los permisos y licencias respectivos ante las entidades competentes para la fecha de la realización del proyecto.

Las alternativas que se plantean para adquirir materiales de construcción y de conformación para el desarrollo de obras civiles se plantean en detalle dentro del **Capítulo 4**, del presente EIA.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 245 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

❖ Aprovechamiento forestal

La construcción de vías, plataformas y OTP, incluyendo líneas de flujo y líneas eléctricas pueden requerir la tala de especies arbóreas con DAP > 10. De acuerdo con lo anterior, en el **Capítulo 4.** del presente estudio se presenta la descripción detallada del permiso de aprovechamiento forestal solicitado para el proyecto.

❖ Fuentes de emisiones atmosféricas

Durante la etapa de construcción de líneas de flujo, la principal fuente de emisión atmosférica detectada es la generada por la maquinaria a utilizar para tal fin. 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 etapa del transporte de maquinaria, equipos y materiales, aspecto que se deberá mitigar realizando aspersión permanentemente de agua sobre las vías o el terreno intervenido.

• Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles

Dentro de las fuentes móviles de emisión de ruido se encuentra la maquinaria que será utilizada en los diferentes frentes de obra. La población rural cercana a los sitios donde se lleven a cabo las obras puede verse afectados por el ruido de la maquinaria, pero como estas actividades son de carácter temporal y de corta duración no se esperan impactos significativos. No habrá fuentes fijas de emisión de ruido durante la construcción de líneas de flujo, por lo tanto, no se contempla este aspecto.

❖ Instalaciones de apoyo

Las labores de construcción de las líneas de flujo se podrán ejecutar con mano de obra local, quienes podrán pernoctar en las viviendas existentes en las veredas del área de influencia directa o de los centros poblados que se encuentran en el área de influencia del proyecto buscando evitar grandes desplazamientos.

El personal técnico, administrativo y flotante pernoctará 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.

D Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

Las líneas de conducción se trazarán de manera que no puedan afectar viviendas ni infraestructura social, económica y cultural, ya que, pueden ir paralelas a las vías

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 246 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

y/o se tendrán en cuenta lo establecido en la zonificación ambiental y 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.

E Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra

Para desarrollar las actividades constructivas de las líneas de flujo será necesaria la contratación de personal tanto calificado como no calificado, cuyo número variará a lo largo del tiempo de ejecución de la obra, de acuerdo con las actividades que se estén desarrollando.

En general, para las líneas de flujo se contará con un frente en bloque de línea regular y un frente de obras especializadas llamadas cuadrillas.

El bloque de línea regular se encarga de ir desarrollando cada una de las actividades ordinarias de construcción, desde el derecho de vía hasta el tapado (cuando la tubería sea enterrada), dejando los tubos instalados y listos.

Sin embargo, de los trabajos realizados por el bloque de frente de línea regular quedan algunas discontinuidades en los sitios que por sus características especiales no permiten un desarrollo continuo de las obras, como son los cruces de corrientes y vías, y accidentes topográficos, entre otros, es entonces cuando los frentes de obras especiales van cerrando estos sitios. En la **Tabla 2-83** y **Tabla 2-84**, se presenta el personal requerido en cada frente de trabajo y la maquinaria y equipo típico requerido durante la construcción de líneas de flujo.

Tabla 2-83: Proceso constructivo de la perforación dirigida.

FRENTE	PERSONAL	NÚMERO
Zanjado (aplica para líneas de flujo enterradas) y/o instalación de marcos "H", estructuras para el puente colgante y cruce de vías.	Capataz	1
	Operadores	2
	Conductor	1
	Obreros	4
Tendido	Capataz	1
	Operario de la grúa	1
	Conductores	2
Cuadrilla de doblado y soldadura.	Capataz	1
	Supervisor de soldadura	1
	Soldadores	2
	Ayudantes	4
	Operarios de tractos	2
	Conductores	2
Cuadrilla de recubrimiento.	Obreros	4
	Capataz	1
Bajado (aplica para líneas de flujo enterradas) y/o instalación de tubería en marcos "H" o saco suelos.	Operadores	2
	Mecánicos	2

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 247 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

FRENTE	PERSONAL	NÚMERO
Tapado y limpieza final (aplica para líneas de flujo enterradas).	Conductor	1
	Obreros	4
	Capataz	1
	Supervisor	1
	Operario de excavadora	1
	Operario de buldócer	1
	Operario de montacarga	1
	Conductor	1
	Ayudantes	4
	Obreros	4

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Tabla 2-84: Equipos, vehículos y maquinaria típica requerida para la construcción de líneas de flujo.

ACTIVIDADES	EQUIPO REQUERIDO
MOVILIZACIÓN	Camabajas, tractoremolques, volquetas y vehículos apropiados para el transporte de personal y otros equipos.
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	Equipos de topografía y herramientas menores.
ADECUACIÓN DEL ACCESO PARA EL DERECHO DE VÍA	Motosierra, buldócer o retroexcavadora y herramientas menores.
ACOPIO, MANEJO Y SOLDADURA DE TUBERÍA	Equipo de taller, elementos de limpieza de tubería en general, equipo de sand-blasting tiende tubos y tractoremolques, equipo de revestimiento, carga tubos, dobladura en frío y herramientas menores. Grapas alineadoras internas y externas, equipo de soldadura o moto-soldadores y generadores eléctricos. Equipo radiográfico manejado por personal especializado. Lijas, gratas y otros elementos de limpieza, equipo para aplicación de revestimiento en sitio.
INSTALACIÓN DE TUBERÍA	Cargatubos, tiendetubos, retroexcavadora, diferenciales y herramientas menores.
PRUEBA HIDROSTÁTICA O NEUMÁTICA	Bombas de llenado y presión, equipo de medición y herramientas menores.
RECONFORMACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL DERECHO DE VÍA	Buldócer o retroexcavadora y herramientas menores.
TRABAJOS FINALES Y LIMPIEZA GENERAL	Retroexcavadora y herramientas menores.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

En general, la maquinaria y equipos para la construcción de las líneas de flujo incluye: Buldócer y retroexcavadoras, para la adecuación y conformación del derecho de vía y obras de geotecnia; tiende-tubos y carga-tubos, para el acopio y tendido de tuberías; dobladoras y carga-tubos, para el doblado y la alineación de la tubería; equipos de corte, soldadura y pruebas no destructivas, para soldaduras y controles radiográficos; y bombas de llenado, bombas de presión, compresores, equipos de soldadura, tanques de almacenamiento de agua, plantas eléctricas, cabinas de prueba y equipos de instrumentación, para la prueba hidrostática.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 248 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

F Mantenimiento de líneas de flujo

Las líneas de flujo y ductos requieren de mantenimiento periódico debido al uso de los mismos. A continuación, se describen de manera general entre otras, algunas de las actividades de mantenimiento para las líneas de flujo:

❖ Reemplazo de soportes metálicos levantando líneas de flujo en operación

Se fabricarán y se instalarán soportes metálicos en tubería tipo marco "H", para el reemplazo de aquellos que se encuentren en mal estado, o en donde se requiera la colocación de uno nuevo para mejorar las condiciones de estabilidad de la línea; estos se ubican levantando y ordenando tuberías que se encuentren instaladas en operación, y que estén ubicadas sobre el piso, semienterradas, o que pasan en contacto o sumergidas por aguas de bajos inundables. El diámetro, tipo, localización y distribución de los soportes estarán sujetos a especificaciones respectivas.

❖ Mantenimiento de válvulas

Para la ejecución de esta actividad se contemplan los siguientes aspectos:

- Desacople o despiece de todas sus partes.
- Limpieza de todas sus partes.
- Revisión de condiciones mecánicas de todas sus partes para dar un diagnóstico de su estado; indicando las recomendaciones para su mantenimiento.
- Remoción de empaquetadura instalada.
- A cada válvula se le cambiará 100% la empaquetadura del prensa-estopa.
- Limpieza y lubricación de la caja de empaques aplicando un agente decapante.
- Remover toda la grasa que lubrica la tuerca del vástago e instalar grasa multipropósito para válvulas de baja temperatura y grasa de extrema temperatura para válvulas de vapor.
- Verificación del estado del volante y de su respectiva tuerca fijadora y cambio del bullín. Si alguno de estos elementos se encuentra deteriorado dar aviso a La Gestoría de **PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL**, para determinar el procedimiento a seguir.
- Asentamiento de sellos (asientos y compuerta o lengüeta en válvulas de retención).
- Acople de sus partes.
- Prueba hidrostática para garantizar su hermeticidad según lo indicado por la norma.
- Aplicación de recubrimientos si se requiere.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 249 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

❖ Rocería y corte de maleza

Son los trabajos relacionados a la limpieza de la maleza que está obstruyendo el acceso al sitio en donde se realizarán los trabajos o que impida la realización de los mismos. Estas se removerán con máquina guadañadora, pala o machete y dispuesta a un lado de la carretera más cercana o en un lugar específico para condiciones de desecho.

❖ Excavaciones y rellenos manuales o mecánicos

Comprende el retiro, por medios manuales o mecánicos (utilizando retroexcavadora y/o retrocargador), según se indique, de toda la tierra o conglomerados necesarios cuando se requiere descubrir un daño en las líneas de flujo enterradas, para su correspondiente reparación, o cuando se requiere enterrarlas, según corresponda. El ancho de la zanja será proporcional al diámetro de la tubería a enterrar, o según se indique. Los aspectos a tener en cuenta para esta actividad son:

- Los materiales que resulten de las excavaciones deben ser almacenados de forma separada, para determinar si estos cumplen con características de calidad para su reutilización.
- Involucra la correcta disposición, cargue, transporte y descargue de los materiales que pudiesen sobrar después de los trabajos, además entibar, acodar, bombear agua, retirar derrumbes y cualquier otra actividad que se requiera para proteger la excavación o para mantenerla libre de agua. No deberán alterarse las condiciones de estabilidad del terreno y/o estructuras aledañas.
- Si al momento de iniciar el relleno de una excavación hay presencia de agua, ésta se deberá evacuar utilizando los métodos apropiados y el material de relleno deberá ser seleccionado y estar seco.
- No se podrá utilizar para el relleno, material sucio o contaminado.
- Para la instalación de líneas de flujo, cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el fondo de la zanja deberá cubrirse con material suave (arena o suelo fino), con el fin de evitar que las aristas de las rocas dañen el recubrimiento de la misma.
- Para la instalación de líneas de flujo flexible (material plástico), el fondo de la zanja deberá cubrirse con material suave (arena o suelo fino), con el fin de evitar que las aristas de las rocas dañen el material de la misma.

❖ Construcción de sillas o grapas de líneas de flujo

Consiste en instalar sillas de diferentes diámetros (sección de tubería en acero, fabricada en pares apernados, para controlar puntos de fuga de fluidos, en tubería metálica, como reparación provisional localizada) en aquellas líneas de flujo que

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 250 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

requieran ser reparadas temporalmente. Estas deben ser transportadas desde las bodegas hasta el lugar de la reparación.

❖ Desplazamiento de fluidos en líneas de flujo

Consiste en desplazar crudo o fluido líquido derivado, contenido dentro de este, bien sea para dismantelar o para el mantenimiento de la misma; para ello se debe:

- Identificar el sector en donde se planea dismantelar o reponer un tramo de línea, con el fin de obtener el respectivo permiso de trabajo.
- Verificar los sitios posibles de trampas recipientes y o piscinas donde se dispondrá el fluido desplazado.
- Presentar el procedimiento del trabajo a realizar para aprobación.
- Suministrar todos los recursos requeridos para llevar a cabo el trabajo tales como carrotanque, mangueras, conexiones, entre otras.

❖ Inspección de visual de líneas de flujo

Esta actividad contempla la inspección visual y recorrido del derecho de vía de las áreas de influencia y accesos de las tuberías o sistemas de tuberías que se requiera. Para esto se debe medir con cinta pisada la tubería inspeccionada, observar, dimensionar y registrar fotográficamente el estado del derecho de vía y sus áreas aledañas detallando huecos, surcos, cárcavas, descoles, socavaciones, cruces de aguas, asentamientos, derrumbes, deslizamientos, apiques, estado de vegetación, áreas a rozar, invasión y construcción de obras por parte de terceros, quemas y demás detalles encontrados al paso del recorrido. Así mismo, se inspeccionará el estado del recubrimiento, estado mecánico de la tubería, áreas de corrosión y profundidad de picado mediante uso de galga o profundímetro, clasificación y ubicación de sectores de tubería que presentan corrosión localizada, grapas, estado de marcos "H" o estructuras de soporte, válvulas, casetas y/o encerramientos.

G Cronograma

El cronograma de construcción de una línea de flujo de aproximadamente 20 km, se presenta en la **Tabla 2-85**, aunque la duración podrá modificarse en función del diámetro de la tubería, longitud final del trazado y número de cruces especiales.

Tabla 2-85: Cronograma general de actividades proyectadas del proyecto.

ACTIVIDAD	SEMANA				
	1	2	3	4	5
Conformación del derecho de vía.					
Desmante y descapote.					
Tendido de tubería.					
Limpieza y revestimiento de juntas (vereda de la lingada).					
Doblado, alineación y soldadura.					

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 251 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

ACTIVIDAD	SEMANA				
	1	2	3	4	5
Apertura de zanja, bajado y tapado de tubería en caso de ir enterrada o montaje de la tubería en marcos "H" o saco suelos.					
Cruces especiales.					
Pruebas hidrostática y/o neumática.					
Control radiográfico.					
Protección anticorrosiva.					
Conformación del terreno y obras de protección geotécnica.					
Señalización de la ruta de la tubería.					

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

H Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas

En el **Capítulo 10**, se describen dichas actividades para las áreas intervenidas por la construcción de las líneas de flujo.

No obstante, la limpieza, consiste en la reconfiguración del derecho de vía a condiciones similares a las existentes antes de la obra. En esta etapa se restaurarán cercas y broches, se limpiarán los cauces naturales y se restituirán las márgenes fluviales, adecuando obras de protección señaladas con anterioridad.

I Recepción y transferencia de fluidos de producción con otras áreas de exploración y/o explotación de Hidrocarburos

Se solicita 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; en previo acuerdo con los titulares de las licencias ambientales de dicha infraestructura. El transporte de los fluidos se efectuara de dos maneras:

❖ Por líneas de Flujo

El recibo y transferencia de los fluidos por línea de flujo se realizara acogiéndose a lo establecido en el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014, Artículo 8, literal d; donde se infiere que el transporte o conducción de hidrocarburos líquidos y gaseosos por fuera de los campos de explotación, mediante la construcción y montaje de líneas con diámetros inferiores a 6 pulgadas (15,24 cm), no 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 Llanos 94.
- Transferencia de fluidos desde y/o hacia otros campos aledaños al área de desarrollo Llanos 94.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 252 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

Se aclara 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 Carrotaques

Parex, solicita autorización para el recibo y transferencia de fluidos por medio de carrotaques, entre otros para los siguientes fines:

- Transporte de fluidos al interior del área de desarrollo Llanos 94.
- Transporte de fluidos desde y/o hacia otros campos aledaños con fines de comercialización y /o tratamiento.

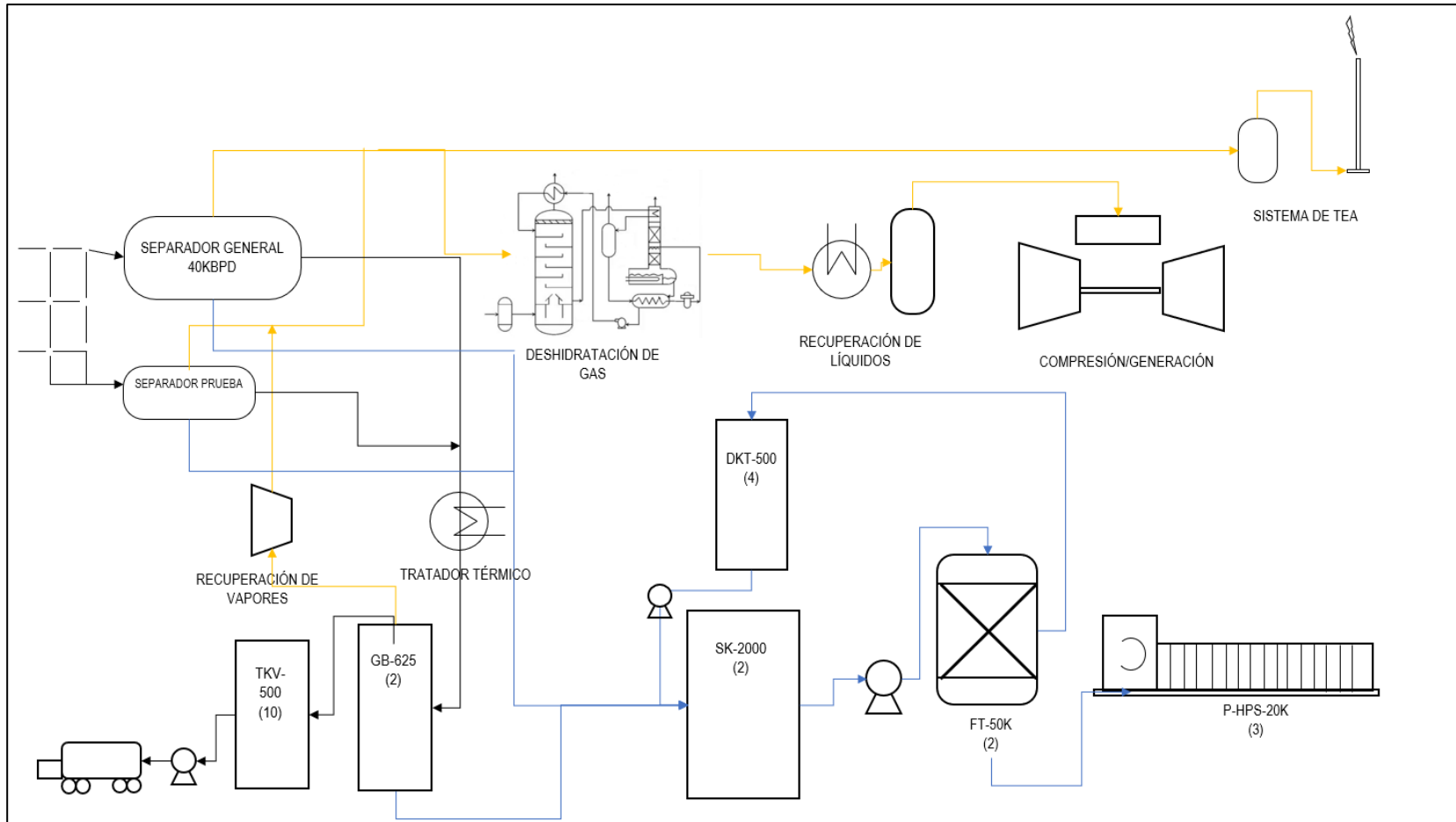
2.2.2.5 Facilidades de producción

De acuerdo con los escenarios estimados de producción para el área de desarrollo Llanos 94, descritos en el **Numeral 2.2.2 Estrategias de desarrollo**, del presente capítulo, se espera una producción bruta 45000 BFPD (10000 BOPD + 35000 BWPD) y 10000 MSCFD.

Para el manejo de los fluidos (crudo, agua y gas) en el área de desarrollo Llanos 94, se requerirá de la instalación de hasta tres (3) facilidades de producción, localizadas en sectores estratégicos dentro de la misma, de acuerdo con los resultados obtenidos en la zonificación de manejo ambiental del proyecto.

Cada facilidad de producción proyectada contará con un área máxima de 7,0 ha, la cual contará con la capacidad suficiente para tratar la máxima producción esperada de crudo, gas y agua durante el desarrollo del proyecto. Se estima que el crecimiento de la infraestructura será de manera progresiva y modular, para lo cual, durante el desarrollo del proyecto, se definirá el tamaño de equipos de acuerdo al perfil de producción. El sistema para la deshidratación del crudo será centralizado con crecimiento modular, y la tecnología de los equipos a considerar, estará disponibles comercialmente y deberán contar con suficiente data relativa a su aplicabilidad, rentabilidad, lecciones aprendidas y mejores prácticas. Se asumirán características y condiciones de tratamiento típico para este tipo de crudo. En la **Figura 2-84** se ilustra el diagrama de flujo "tipo" del sistema del procesamiento a implementar en las facilidades tempranas y en las facilidades de producción.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 253 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-84: Diagrama de flujo de procesos Facilidad Central de producción – FCP

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 254 de 352</p>
---	---	---	---	--

I Tipo de facilidad

Para efectuar el manejo de los fluidos de producción se instalarán al menos facilidades de producción, cada una de hasta 7,0 hectáreas. Dichas facilidades centrales se localizarán con base en los lineamientos y restricciones establecidos por la zonificación de manejo ambiental establecida para el área de desarrollo Llanos 94 y los volúmenes de crudo producidos.

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, así como también las siguientes consideraciones:

- Fácil acceso al área de intervención, con el fin de construir vías de acceso con la menor longitud posible.
- Topografía plana a ondulada, para evitar grandes cortes y movimientos de tierra.
- Rondas de protección a cuerpos de agua y puntos de agua subterránea, e infraestructura social.
- No presencia de viviendas e infraestructura social dentro del área seleccionada.

Las facilidades para el procesamiento de hidrocarburos dependen de las características de los yacimientos, tipo de fluido y tratamiento requerido. Generalmente el fluido de los pozos es conducido 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 que se determine la necesidad de calentamiento del fluido para facilitar los procesos de separación y/o transporte por alta viscosidad, el fluido será

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 255 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

conducido a intercambiadores de calor o calentadores de línea para luego ingresar a los separadores trifásicos.

En los separadores se da el primer proceso de separación obteniendo gas, crudo y agua. 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. 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 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. El agua separada es enviada hacia los tanques skimmer o desnatadores y el crudo hacia 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.

De los tanques de almacenamiento el crudo es succionado por bombas de transferencia. 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 retira la nata de crudo que pueda estar aún presente en el agua, enviándola 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, manómetros, indicadores diferenciales de presión y válvulas de alivio. Podrán ser manuales o automáticos. El agua filtrada es dirigida hacia la succión de las bombas de inyección y el agua proveniente del retrolavado y de las descargas de las válvulas de alivio hacia los decantadores.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 256 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 una 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 el gas pueda ser utilizado para generación eléctrica. En este caso el gas residual es conducido al KOD y quemado en tea.

Las particularidades de cada tipo de facilidad pueden ser descritas como aparece a continuación.

A Facilidad tipo LTT

Corresponde a la alternativa de construcción de la facilidad de producción sobre una plataforma existente, incluyendo la ya construida como Grulla y/o proyectadas como Humea y Coímbra.

Regularmente las facilidades de Long Term Testing – LTT tendrán como criterios de diseño las siguientes capacidades:

- 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 257 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- Almacenamiento de crudo: Aproximadamente igual a un día de producción.

Los equipos principales que usualmente son instalados en este tipo de facilidades se encuentran detallados a continuación, estos u otros equipos podrán replantearse en caso de requerirse por condiciones operacionales.

Tabla 2-86: Listado de equipos típicamente instalados en una facilidad LTT

Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
Recipientes de Proceso							
1	1	Manifold Producción	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	4 Brazos	ANSI 300
2	1	Separador de producción	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	5.0 MMSCFD / 10,000 BPD	Separador ANSI 150
3	1	Separador de prueba	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	2.0 MMSCFD / 5,000 BPD	Separador ANSI 150
4	1	K. O. Drum Baja	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
5	1	K. O. Drum Alta	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	5 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
6	1	Scrubber	Gas/Aceite/ Agua	0 - 100	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scrubber de gas, vertical, ANSI 150
7	2	Bota de gas	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	0.5 MMSCFD/ 7,000 BPD	Interna o externa
8	2	Gun Barrel	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	550 - 650 Bls / 7,000 BPD	Vertical
9	1	Filtro de agua de producción	Crudo/Agua	60	120 - 250	12.500 BPD	Cáscara de nuez o palma africana
Tanques de Almacenamiento							
10	12	Tanque almacenamiento de crudo	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
11	2	Tanque de Prueba	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
12	2	Tanque skimmer Tipo 1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
13	2	Tanque skimmer Tipo 2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
14	2	Tanque decantador	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Cónico
15	1	Tanque almacenamiento Diesel	Diesel	ATM	120 - 250	250-500 Bls	Vertical
16	1	Tanque API para aguas aceitosas	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	100-500 Bls	Vertical - Horizontal
Bombas							
17	2	Bomba transferencia de crudo	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
18	2	Bomba booster de agua	Aceite/Agua	60	120 - 250	450 GPM	Centrífuga
19	2	Bomba de recirculación	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
20	1	Bomba de inyección	Aceite/Agua	900 - 2500	120 - 250	12,500 BPD	Centrífuga
21	2	Bomba de condensados	Condensados	60	120 - 250	50 - 150 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 258 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
22	2	Bomba de drenajes	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
Sistema eléctrico							
23	1	Switch gear de generación	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
24	1	Centro de control de motores					
25	1	Tablero de distribución					
26	1	Generador Diesel	Diesel	N/A	N/A	50 – 1000 KW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
27	1	Generador Gas	Gas	N/A	N/A	50 – 1000 KW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
Otros							
28	2	Compresor de aire	Aire	120	120 - 250	45 CFM	Con tanque acumulador 15 min.
29	1	Tea Baja	Gas	ATM	120 - 250	2.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
30	1	Tea Alta	Gas	ATM	120 - 250	5.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
31	*	Intercambiador de calor	Crudo	150	200-300	734 ft ² ; 4.7 MMBTU/Hr	Crudo / Vapor tipo AES
32	*	Caldera	Aceite / Vapor	150	200-300	200-400 BHP	Piro tubular quemador crudo / ACPM
31	*	Bomba diesel	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
33	*	Bomba sistema contraincendio	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
34	*	Unidad recuperadora de Vapor	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	A evaluar	A evaluar
35	*	Planta recuperadora de líquidos	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	0 - 250	A evaluar	A evaluar
36	1	Cargadero 2 bahías	Crudo / Agua	0 - 50	120-250	10.000 bls	

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

B Facilidad tipo OTP

Regularmente las facilidades de Oil Treatment Plant – OTP tendrán como criterios de diseño las siguientes capacidades:

- 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 259 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Los equipos principales que usualmente son instalados en este tipo de facilidades se encuentran detallados a continuación, estos u otros equipos podrán replantearse en caso de requerirse por condiciones operacionales.

Tabla 2-87: Listado de equipos típicamente instalados en una facilidad OTP

Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
Recipientes de Proceso							
1	1	Manifold Producción	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	6 Brazos	ANSI 300. Expandible
2	2	Separador de producción	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	5.0 MMSCFD / 45,000 BPD	Separador ANSI 150
3	1	Separador de prueba	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	2.0 MMSCFD / 10,000 BPD	Separador ANSI 150
4	1	K. O. Drum Baja	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	2.0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
5	1	K. O. Drum Alta	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	10 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150
6	2	Scrubber	Gas/Aceite/ Agua	0 - 100	120 - 250	2 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 150
7	2	Bota de gas	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	2 MMSCFD/ 40,000 BPD	Interna o externa
8	2	Tanque multipropósito	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	5.000 Bls	Vertical
9	3	Filtro de agua de producción	Crudo/Agua	60	120 - 250	50.000 BPD	Cáscara de nuez o palma africana
Tanques de Almacenamiento							
10	15	Tanque almacenamiento de crudo	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
11	3	Tanque almacenamiento	Gas/Aceite/ Agua	ATM	120 - 250	5.000 Bls	Vertical
12	2	Tanque de Prueba	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
13	1	Tanque skimmer Tipo 1	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	5.000 Bls	Vertical
14	1	Tanque skimmer Tipo 2	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	5.000 Bls	Vertical
15	4	Tanque decantador	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	625 Bls	Cónico
16	1	Tanque almacenamiento Diesel	Diesel	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical
17	1	Tanque API para aguas aceitosas	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
Bombas							
18	4	Bomba transferencia de crudo	Aceite/Agua	60	120 - 250	450 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
19	3	Bomba booster de agua	Aceite/Agua	60	120 - 250	1500 GPM	Centrífuga
20	4	Bomba de recirculación	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
21	4	Bomba de inyección	Aceite/Agua	900 - 2500	120 - 250	20,000 BPD	Centrífuga

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 260 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
22	3	Bomba de condensados	Condensados	60	120 - 250	50 - 150 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
23	4	Bomba de drenajes	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
Sistema eléctrico							
24	1	Switch gear de generación	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
25	1	Centro de control de motores					
26	1	Tablero de distribución					
27	1	Generador Diesel				500 – 5000 KW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
28	1	Generador Gas				500 – 2000 KW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
29	1	Turbina a gas				1.5 – 5.0 MW	Se evaluará la cantidad de máquinas de acuerdo capacidad de la facilidad
Otros							
30	2	Compresor de aire	Aire	120	120 - 250	60 CFM	Con tanque acumulador 15 min.
31	1	Tea Baja	Gas	ATM	120 - 250	2.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
32	1	Tea Alta	Gas	ATM	120 - 250	10.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
33	*	Intercambiador de calor	Crudo	150	200-300	734 ft2; 4.7 MMBTU/Hr	Crudo / Vapor tipo AES
34	*	Caldera	Aceite / Vapor	150	200-300	200-400 BHP	Pirotubular quemador crudo / ACPM
35	*	Bomba diesel	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
36	*	Bomba sistema contraincendio	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
37	*	Unidad recuperadora de Vapor	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	A evaluar	A evaluar
38	*	Planta recuperadora de líquidos	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	0 - 250	A evaluar	A evaluar
39	2	Cargadero 2 bahías	Crudo / Agua	0 -50	120-250	10.000 bls	

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

C Facilidades para tratamiento de gas

Regularmente las facilidades para tratamiento de gas tendrán que tener las siguientes capacidades:

- Capacidad de manejo de gas: 0,5 – 10,0 MMSCFD
- Capacidad de manejo de líquidos: 5,000 BPD
- Presión Cabeza de Pozo: 50 - 3000 Psi
- Almacenamiento de líquidos: Uno o dos días de producción

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 261 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

Los equipos principales que usualmente son instalados en este tipo de facilidades se encuentran detallados a continuación, estos u otros equipos podrán replantearse en caso de requerirse por condiciones operacionales.

Tabla 2-88: Listado de equipos típicamente instalados para tratamiento de gas

Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
Recipientes de Proceso							
1	1	Manifold Producción	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	3 Brazos	ANSI 300 – 600#. Expandible
2		Aero-enfriador	Gas/Aceite/ Agua	30 - 150	120 - 250	0.5 - 10 MMSCFD	
3	2	Intercambiador cascara / Tubos	Gas / Glicol	150 - 200	40 – 50°F	1.0 MMBTU/hr	
4	1	Intercambiador cascara / Tubos	Gas / Gas	150 - 200	40 – 50°F	1.0 - 10 MMSCFD	
5	1	K. O. Drum Baja	Gas/Aceite/ Agua	0 - 30	120 - 250	1.0 - 2.0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150#
6	1	K. O. Drum Alta	Gas/Aceite/ Agua	0 - 50	120 - 250	10 MMSCFD/ 1,000 BPD	Separador ANSI 150 #
7	1	Separador de Baja	Gas/Aceite/ Agua	30 - 250	120 - 250	2.0 MMSCFD / 1,000 - 3000 BPD	Separador ANSI 150#
8	1	Separador de Media	Gas/Aceite/ Agua	250 - 700	120 - 250	1.0 – 5.0 MMSCFD / 1,000 - 3000 BPD	Separador ANSI 300#
9	1	Separador Frio	Gas/Aceite/ Agua	400 - 1200	40 – 50°F	1.0 - 10 MMSCFD / 2,000 BPD	Separador ANSI 600#
10	1	Separador de Alta	Gas/Aceite/ Agua	150 - 200	40 – 50°F	0.5 - 2.0 MMSCFD / 1,000 BPD	Separador ANSI 150#
11	1	Separador de Alta	Gas/Aceite/ Agua	700 - 1200	40 – 250°F	1.0 - 10.0 MMSCFD / 3,000 BPD	Separador ANSI 600#
12	2	Scrubber Pulmón VRU	Gas/Aceite/ Agua	0 – 200	120 - 250	0.5 – 3.0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 150#
13	1	Scrubber Pulmón VRU	Gas/Aceite/ Agua	200 - 700	120 - 250	0.5 – 3.0 MMSCFD/ 1,000 BPD	Scubber de gas, vertical, ANSI 300#
14	4	Filtros Peco	Gas / Condensado	30 - 150	120 - 250	0.5 MMSCFD	ANSI 150# - 300#
15	2	Torre fraccionadora	Gas/ GLP / Gasolina natural	100 - 450	120 - 250	*	Torres de-etanizadora y de-butanizadora
16	1	Unidad regeneradora de glicol	Agua / Glicol	0 - 50	120 – 400	---	
17	2	Unidad de refrigeración	Refrigerante / Glicol	0 - 60	40 – 50°F	60 gpm	
18	1	Unidad de calentamiento.	Aceite térmico / Vapor	0 - 250	100 – 500	---	
19	1	Torre Contactora de glicol	Gas/Aceite/ Agua	500 - 1200	120 - 250	1.0 - 10 MMSCFD / 500 BPD	Equipo ANSI 600#
20	1	Patin control dew Point	Gas / Condensado / agua	300 - 1200	20 - 50	0.5 – 10 MMSCFD	Equipo ANSI 600#
21	1	Compresor principal	Gas / Condensado	150 - 200	120 - 250	2.0 MMSCFD / 1,000 BPD	Separador ANSI 150#
22	1	Unidad recuperadora de Vapor	Gas / Agua / Condensado	0 - 100	120 - 250	0.1 – 2.0 MMSCFD	

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 262 de 352
---	---	---	---------------------------------	--



Item	Cant	Servicio	Fluido	Presión OPE PSI	Temp. Ope. °F	Capacidad	Comentarios
23	1	Compresor GNC	Gas / Condensado	300 - 3600	60 - 150	500 – 2000 m3/h	
24	1	Columnas de cargue	Gas	1000 - 3600	60 - 150	500 – 4000 m3/h	
25	1	Unidad descompresora	Gas	50 - 3600	60 - 150	500 – 4000 m3/h	
Tanques de Almacenamiento							
26	4	Tanque almacenamiento de Condensado	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
27		Tanque almacenamiento de GLP	GLP	50 - 250	120 - 250	10.000 – 40.000 gal	Horizontal
28	1	Tanque almacenamiento Diesel	Diesel	ATM	120 - 250	250 Bls	Horizontal
29	1	Tanque API para aguas aceitosas	Crudo/Agua	ATM	120 - 250	500 Bls	Vertical - Horizontal
30	1	Tanque estratificador	Agua / Glicol	Atm	40 – 50°F	1.000 gal	
Bombas							
31	2	Bomba de agua	Aceite/Agua	60	120 - 250	10 - 200 GPM	Centrífuga
32	2	Bomba de Condensado	Condensados	60	120 - 250	10 - 200 GPM	Centrífuga - Desplazamiento positivo
33		Bombas para GLP	GLP	0 - 120	120 - 250	100 - 450 gal	
34	2	Bomba de drenajes	Aceite/Agua	60	120 - 250	200 - 300 GPM	Centrífuga
35	2	Bombas de glicol	Glicol	50 - 1200	120 - 350	10 - 100 GPM	
Sistema eléctrico							
36	1	Switch gear de generación	N/A	N/A	N/A	Según capacidad de la planta	Ver diseños típicos según capacidad de LTT
37	1	Centro de control de motores					
38	1	Tablero de distribución					
Otros							
39	2	Compresor de aire	Aire	120	120 - 250	60 CFM	Con tanque acumulador 15 min.
40	1	Te/a Baja	Gas	ATM	120 - 250	1.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
41	1	Tea Alta	Gas	ATM	120 - 250	2.0 MMSCD	Vertical. 15 metros altura
42	*	Bomba diesel	Diesel	20	150	10 - 50 GPM	Centrífuga
43	*	Bomba sistema contraincendio	Agua	150	60 - 150	1,000 GPM	Centrífuga
44	2	Cargadero 2 bahías	Crudo / Agua	0 - 50	120-250	10.000 bls	

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

II Ubicación de instalaciones

De acuerdo con los escenarios de producción esperados para el área de desarrollo Llanos 94, donde la producción bruta sería de 45000 BFPD (10000 BOPD + 35000 BWPD) y 10000 MSCFD; se plantea la adecuación y construcción de una facilidad

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 263 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

de definitiva producción, donde se concentrará el manejo y tratamiento de los fluidos producidos (aceite, agua y gas), cuya capacidad será lo suficiente para tratar la máxima producción esperada durante el desarrollo del proyecto. Esta facilidad estará integrada por sistemas de recepción, manejo, tratamiento, almacenamiento, cargue, despacho y/o transferencia de los fluidos; así como equipos para servicios auxiliares requeridos.

De igual forma, se propone adecuar en las Facilidades Centrales de producción – FP una (1) Zona de Disposición de Materiales Estériles (ZODME), una (1) zona de préstamo, una (1) zona de Facilidad Central de producción, una (1) zona de campamento de facilidad, una (1) subestación eléctrica, una (1) zona de parqueaderos, un (1) pozo profundo de agua subterránea, una (1) zona de helipuerto, una (1) zona para la tea, un (1) área de química, un (1) laboratorio de análisis fisicoquímico, un (1) área de bodegaje, un (1) zona de cargadero, (1) un área de taller y mantenimiento, un (1) área de tratamiento de agua residual, un (1) área de almacenamiento de agua potable y un (1) área de seguridad física.

Se estima que el crecimiento de la infraestructura será de manera progresiva y modular, para lo cual, durante el desarrollo del proyecto, se definirá el tamaño de equipos de acuerdo al perfil de producción.

La Facilidades Centrales de producción - FCP tendrá un área máxima de 7 ha y se podrán ubicar en área nueva o como ampliación de una de las locaciones existentes o a construir, sin exceder el área máxima establecida. El sitio para facilidad estará definido de acuerdo con los criterios de los lineamientos, exclusiones y/o restricciones señaladas por la zonificación ambiental y de manejo ambiental puntual 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 a construir para las Facilidades Centrales de producción dependerá de las necesidades de infraestructura, de acuerdo a 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 de la actividad, 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.
- Preferir terrenos donde la capacidad portante sea suficiente para soportar el equipo de perforación.
- Examinar la disponibilidad de área y ocupación del espacio.
- Utilizar preferiblemente áreas intervenidas.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 264 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

A Alternativa 1

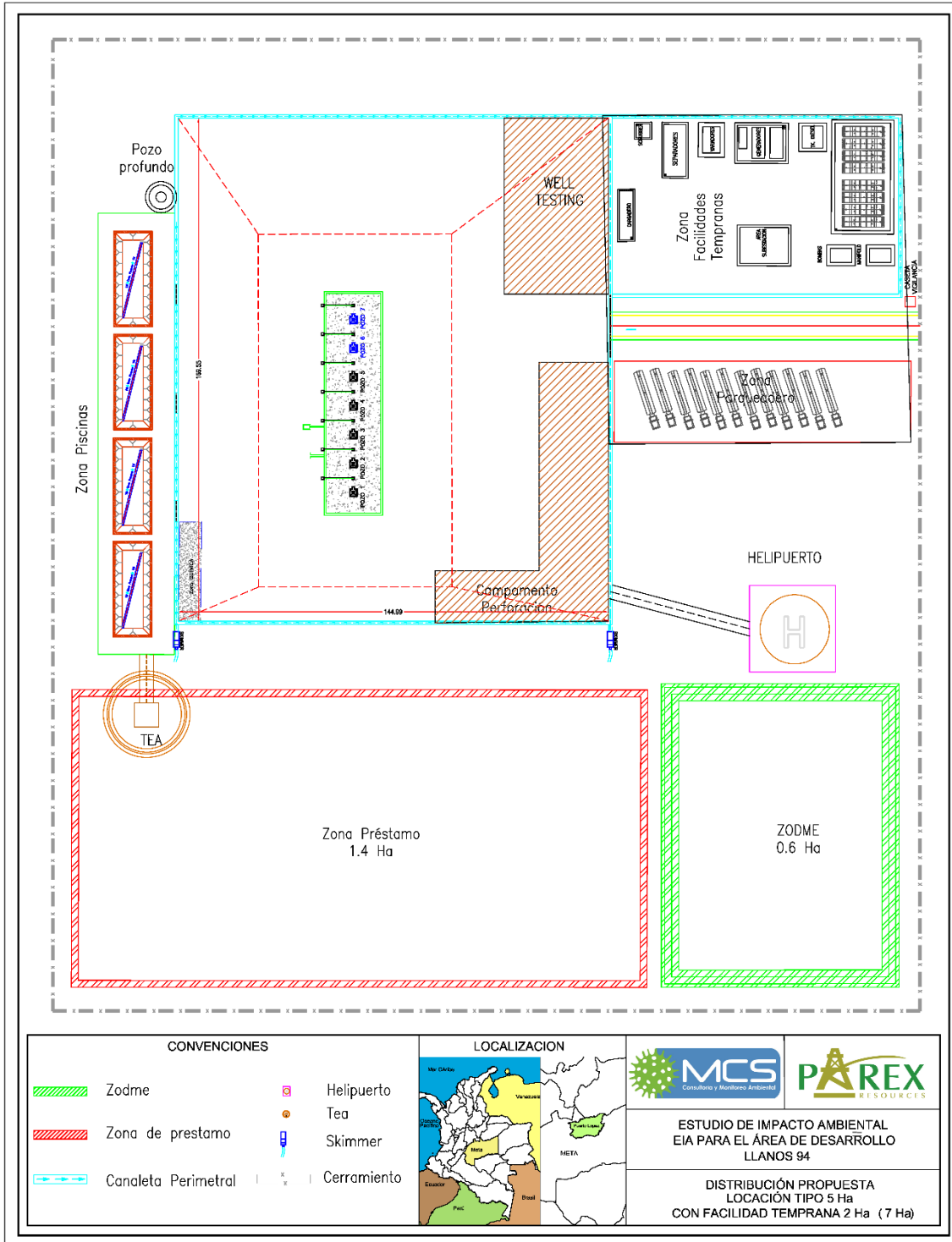
Construir las Facilidades Centrales de producción sobre una plataforma existente, en el área de desarrollo Llanos 94, razón por la cual se deberá ampliar la locación hasta siete (7) hectáreas. De acuerdo con lo anterior, la distribución aproximada en planta para una plataforma ampliada de siete (7) ha para las Facilidades Centrales de producción se presenta en la **Figura 2-85**. De igual forma, la distribución de las áreas que conforman la plataforma se presenta en la **Tabla 2-89**. Cabe destacar que la distribución de las áreas puede variar según la necesidad del proyecto. Sin embargo, el área de intervención no deberá superar las siete (7) ha.

**Tabla 2-89: Distribución de áreas estimada para plataforma ampliada a 7 ha para
Facilidad temprana de producción**

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	ÁREA
		(m ²)	(ha)
Área de operaciones y zonas libres	57,11%	39975	3,9975
Facilidades de producción (Incluye Área laboratorio, cargadero, autogeneración y subestación eléctrica)	6,00%	4200	0,42
Well Testing	2,14%	1500	0,15
Campamento Perforación	2,86%	2000	0,2
Piscinas (Manejo de cortes)	1,79%	1250	0,125
Zona de química	0,29%	200	0,02
Tea	0,04%	25	0,0025
ZODME	8,57%	6000	0,6
Helipuerto	0,93%	650	0,065
Zona Préstamo	20,00%	14000	1,4
Parqueaderos	0,29%	200	0,02
TOTAL	100%	70000	7

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 265 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-85: Plataforma existente ampliada a 7 ha para Facilidad Central de producción

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 266 de 352</p>
---	---	---	---	--

B Alternativa 2

Construir tres (3) plataformas para Facilidades Centrales de producción – FCP o Facilidad tipo OTP (Oil Treatment Plant – OTP), de máximo siete (7) hectáreas (ha), la cual incluya una (1) Zona de Disposición de Materiales Estériles (ZODME), una (1) zona de préstamo, una (1) zona de Facilidad Central de producción, una (1) zona de campamento de facilidad, una (1) subestación eléctrica, una (1) zona de parqueaderos, un (1) pozo profundo de agua subterránea, una (1) zona de helipuerto, una (1) zona para la tea, un (1) área de química, un (1) laboratorio de análisis fisicoquímico, un (1) área de bodegaje, un (1) zona de cargadero, (1) un área de taller y mantenimiento, un (1) área de tratamiento de agua residual, un (1) área de almacenamiento de agua potable y un (1) área de seguridad física.

De acuerdo con lo anterior, la distribución aproximada en planta para una plataforma de siete (7) ha para las Facilidades Centrales de producción se presenta en la **Figura 2-86**. De igual forma, la distribución de las áreas que conforman la plataforma se presenta en la **Tabla 2-90**. Cabe destacar que la distribución de las áreas puede variar según la necesidad del proyecto. Sin embargo, el área de intervención no deberá superar las siete (7) ha.

Tabla 2-90: Distribución de áreas estimada para plataforma nueva de 7 ha para Facilidades Centrales de producción

INSTALACIÓN	PORCENTAJE DEL ÁREA	ÁREA	
		(m ²)	(ha)
Área de operaciones y zonas libres	28,57%	20000	2
Facilidades de producción (Incluye Área laboratorio, cargadero, autogeneración y subestación eléctrica)	28,57%	20000	2
Área de seguridad física	1%	700	0,07
Área de almacenamiento agua potable	0,71%	500	0,05
Área de tratamiento agua residual	0,71%	500	0,05
Área de taller y mantenimiento	1,57%	1100	0,11
Área de bodegaje	0,93%	650	0,065
Área de química	0,93%	650	0,065
Pozo profundo	0,14%	100	0,01
Campamento Facilidad	2,29%	1600	0,16
Zona de química	0,29%	200	0,02
Tea	0,07%	50	0,005
ZODME	8,57%	6000	0,6
Helipuerto	1,14%	800	0,08
Zona Préstamo	20,00%	14000	1,4
Parqueaderos	4,50%	3150	0,315
TOTAL	100%	70000	7

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

En general las Facilidades Centrales de producción contara con áreas para el manejo y tratamiento de los fluidos de producción (crudo, agua y gas), un área de para sistema de reinyección y/o inyección, un área de ajuste y fiscalización de crudo y los equipos para el tratamiento de las aguas residuales y almacenamiento de agua potable. Así mismo, se tendrá infraestructura de apoyo y servicios auxiliares

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 267 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

como: Área de almacenamiento de química, bodega, zona de parqueo, área de maniobras y seguridad, área de autogeneración eléctrica, subestación eléctrica, zona de taller y mantenimiento, sistema contra incendios, helipuerto y una zona de campamento para el alojamiento del personal que opere de manera permanente en la facilidad. Cabe resaltar, que las dos alternativas para las Facilidades Centrales de producción, solicita autorizar dentro las 7 ha una zona de préstamo de 1,4 ha y un ZODME de 0,6 ha.

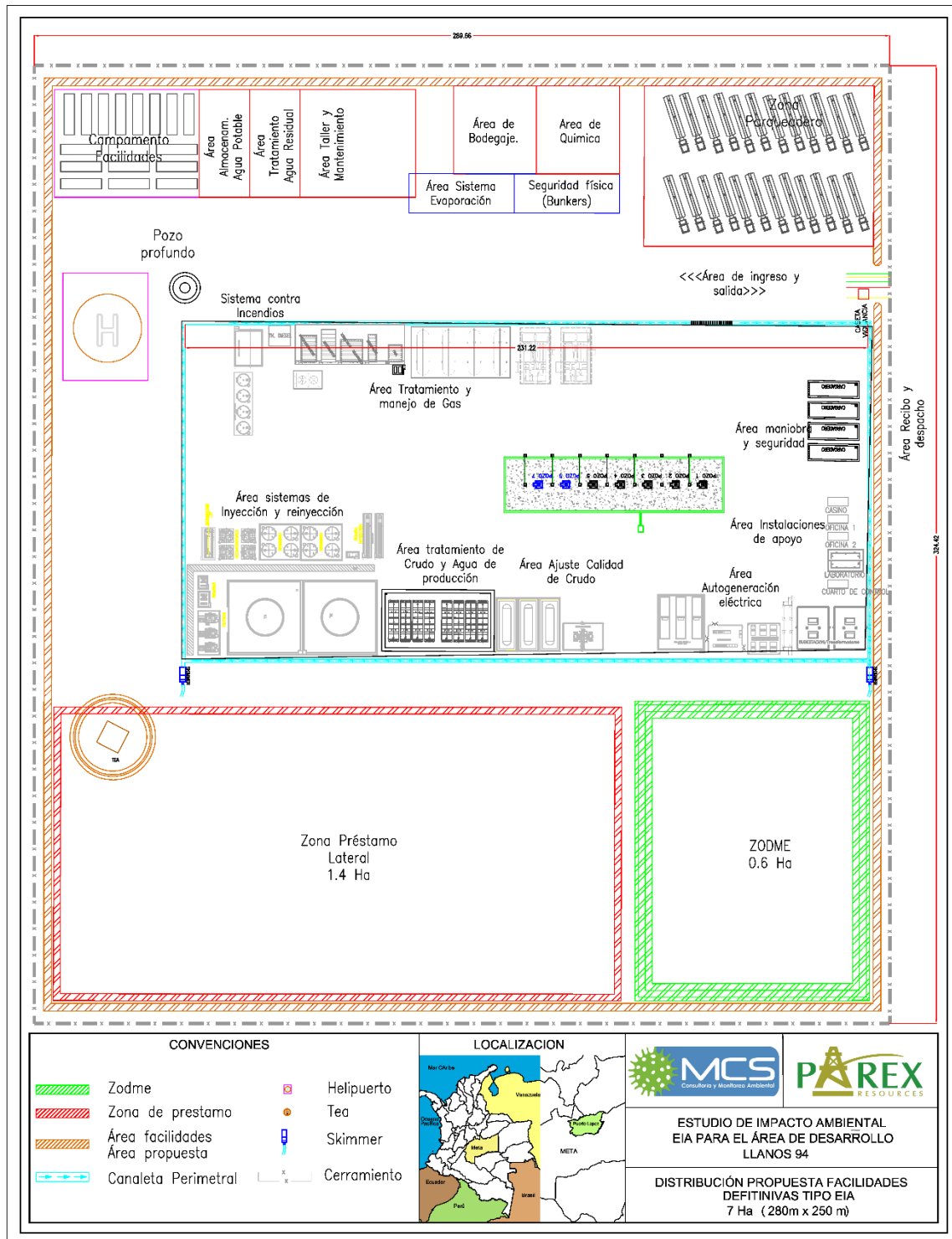
En la **Tabla 2-91**, se presentan los respectivos componentes de las facilidades de producción, los cuales se describirán en detalle en los subnumerales siguientes. Así mismo, en el **Anexo. Técnico/Diseños**, se señala el diseño tipo a escala de las facilidades de producción con un área máxima de 7,0 ha en el área de desarrollo Llanos 94 (**Figura 2-93**).

Tabla 2-91: Equipos a instalar en las facilidades de producción.

SISTEMA	EQUIPOS NECESARIOS A INSTALAR	CAPACIDAD
TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE CRUDO	Separador de agua libre	
	Intercambiador de Calor	
	Separador ciclónico	
	Tanque de lavado	
	Tanque de compensación	
	Bomba tanque de compensación	
	Bomba tanque de compensación	
	Bomba tanque de compensación	
	Tanque de almacenamiento de crudo	
	Bomba de llenado crudo en especificaciones	
	Tanque de compensación de agua	
	Bomba tanque de compensación agua	
	TRATAMIENTO DE AGUA	Tanque principal de microburbujas
Paquete GLR		
Paquete celdas de flotación		
Tanque de almacenamiento nata		
Tanque de almacenamiento sólidos		
Bomba de alimentación filtros		
Bomba de alimentación filtros		
Bomba de alimentación filtros		
Filtro de cascara de nuez		
Tanque de inyección de agua		
CSI	Bombas agua contra incendio	
	Bombas agua contra incendio	
	Tanque de agua contra incendio	
GENERACIÓN ELÉCTRICA	Generador de potencia	
	Generador de potencia	
	Tablero 440	
	Transformador	
	Tanque diésel	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 268 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-86: Diseño de distribución de las Facilidades Centrales de producción en una plataforma nueva de 7 ha

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 269 de 352</p>
---	---	---	---	--

III Métodos constructivos

Teniendo en cuenta que la facilidad definitiva de producción se construirá a partir de la ampliación de una plataforma multipozo (nueva o existente) o en área nueva, 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 (Plataformas multipozo).

A continuación, se describen las obras adicionales que se proyectan desarrollar en el área de las Facilidades Centrales de producción:

A Redes de drenaje

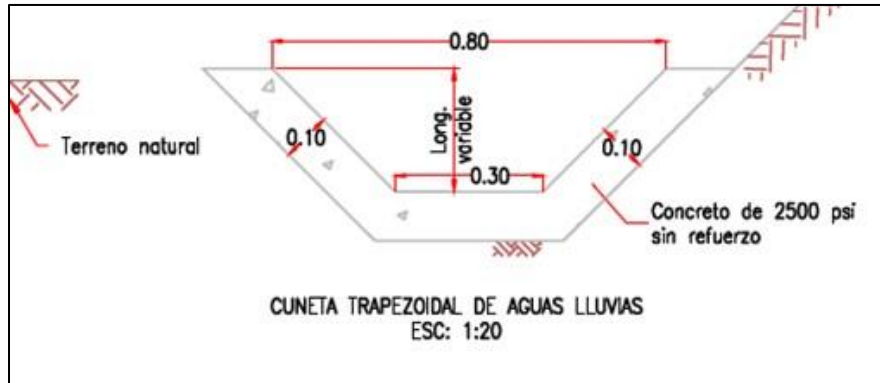
Las redes de drenaje estarán compuestas principalmente por canales perimetrales a las áreas en las cuales se ubicarán los equipos y la infraestructura susceptible de generar residuos líquidos aceitosos y que pueden mezclarse con aguas lluvias.

❖ Cunetas perimetrales

Como parte del sistema de drenaje de las Facilidades Centrales de producción - FCP y una vez conformada la rasante de la misma, 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 al 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 2-87).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 270 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



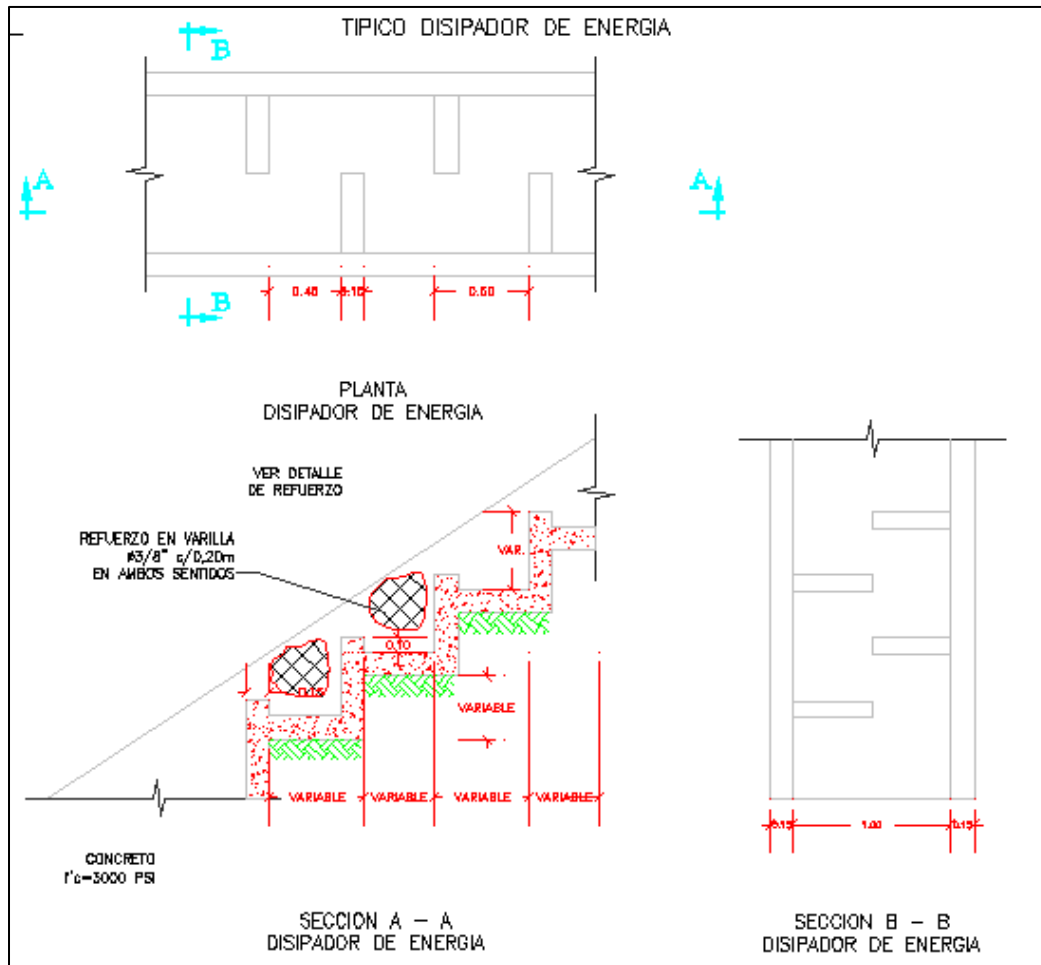
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-87: Diseño tipo de cuentas perimetrales

❖ **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 se esquematizan en la **Figura 2-88**.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 271 de 352</p>
---	---	---	---	--



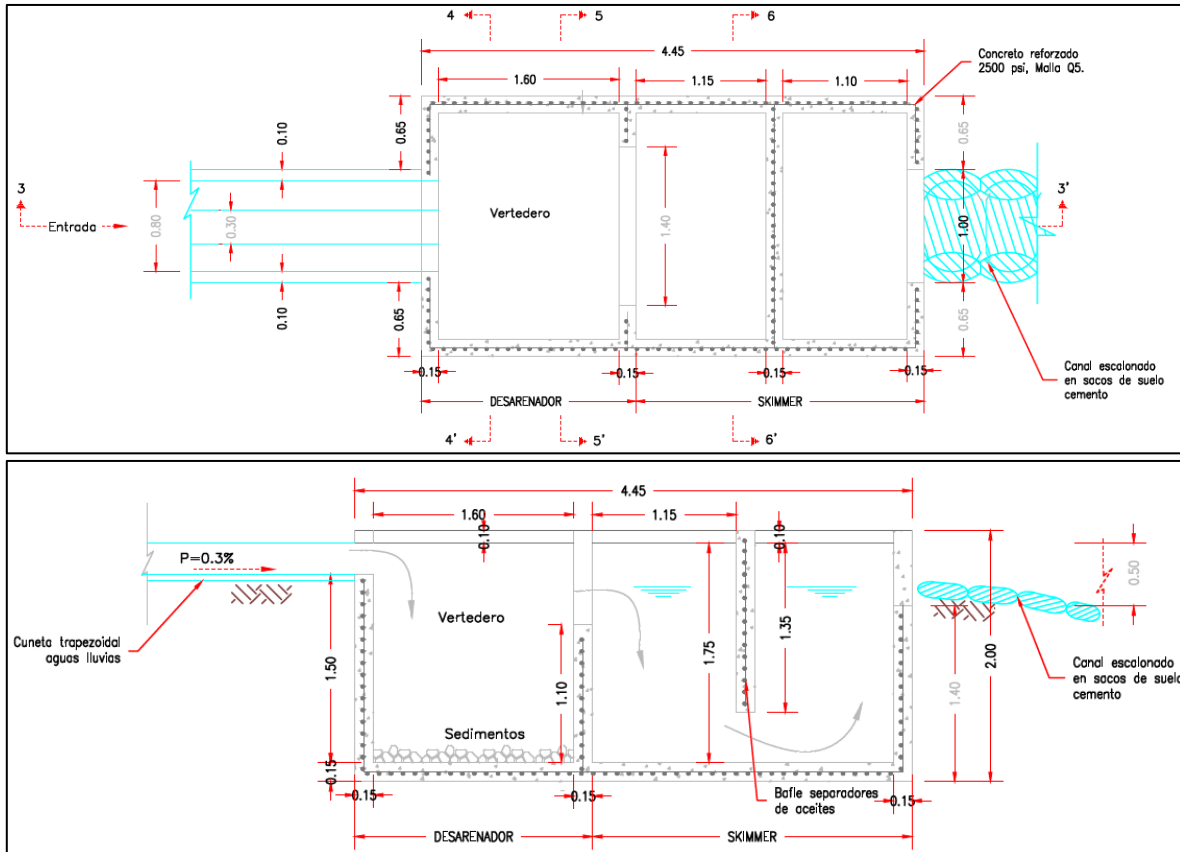
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-88: Diseño tipo de disipadores de energía

❖ **Desarenadores /Trampa de grasas(skimmer)**

Como parte del sistema de aguas lluvias de las Facilidades Centrales de producción - FCP 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 las Facilidades Centrales de producción. El diseño básico de los desarenadores – trampas de grasa a construir se puede observar en la **Figura 2-89**.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 272 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-89: Diseño tipo de los desarenadores/trampa de grasas

B 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.

C Zona de almacenamiento de insumos

La cantidad de insumos y materiales a usar son muy reducidos y corresponden a aquellos necesarios para el tratamiento de los fluidos de perforación y mantenimiento de equipos. Su almacenamiento se realizará en casetas o instalaciones con piso impermeabilizado y techadas al interior de las facilidades existentes. Asimismo, algunos insumos para labores de mantenimiento y actividades contratadas podrán ser traídos por el contratista respectivo en las cantidades necesarias, de tal manera que no sea necesario disponer de un sitio específico para almacenarlos.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 273 de 352</p>
---	---	---	---	--

De igual forma, los equipos trabajan con energía diésel y gas, éstos se podrán ubicar al interior de los diques donde se encuentran los tanques de almacenamiento o se construirá una instalación específica que deberá contar con un dique perimetral y piso impermeabilizado. Por su parte, las teas se deberán ubicar alejadas de las instalaciones y equipos en general con el punto de combustión ubicado a una altura mayor de 15 metros.

D Equipo de separación

Se contará con un separador trifásico con capacidad para manejar hasta aproximadamente 9000 BFPD y 10 MMSCF (millones de pies cúbicos estándar), entrada y salida de fluidos de 3", salida de crudo de 3", salida de gas de 3", medidores de turbina para agua y crudo, medidor de platina de orificio y registrador (**Fotografía 2-87**).

E Equipos de almacenamiento

Conformado por tanques de 500 Bbls para almacenamiento de crudo, con sus respectivas placas en concreto y diques perimetrales. Al igual se contará con tanques Frac Tank de 500 Bbls para almacenamiento de agua de producción (**Fotografía 2-88**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-87: Separador trifásico horizontal.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-88: Tanque de almacenamiento en dique confinado.

F 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 (**Fotografía 2-89**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 274 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-89: Tea de quemado.

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.

G Equipos de despacho de crudo

El despacho de crudo se realizará en carrotanques, capacidad que no podrá excederse con el objeto de no ocasionar impactos negativos en el área, respetando la capacidad de carga para las vías y/o estructuras de cruces en cuerpos de agua superficial (**Fotografía 2-90**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 275 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-90: Cargadero de crudo.

❖ Laboratorio

En el laboratorio se realizarán pruebas de fluidos como las siguientes: Pruebas de botellas (emulsiones), API, viscosidad, salinidad, porcentaje de sólidos (BSW) entre otras, como se muestra en las (**Fotografía 2-91**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-91: Laboratorio de fluidos.

❖ Servicios industriales

Para la operación de las facilidades de producción, se requiere de los siguientes servicios industriales: Agua potable, agua industrial, agua de contraincendio, aire industrial, aire de instrumentos, energía eléctrica y combustible.

- **Agua potable, industrial y de contraincendio:** Las facilidades de producción, serán dotados de un sistema de agua para el combate y mitigación de incendios, el cual estará conformado por dos (2) bombas principales, una accionada por motor eléctrico y la otra por motor diésel, una bomba para mantenimiento de presión accionada por motor eléctrico y un tanque de almacenamiento de agua

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 276 de 352</p>
---	---	---	---	--

de 15000 barriles de capacidad a objeto de garantizar el suministro de agua a las bombas principales del sistema durante tres (3) horas.

- **Aire industrial y de instrumentos:** Se requiere el suministro de aire industrial y aire para instrumentos. Se considera la instalación de un paquete de compresión de aire (compresor, tanque pulmón de aire y secador) para proveer las necesidades de aire industrial y aire de instrumentos.

Para el sistema de aire comprimido se deberán tener en cuenta el consumo en las plantas de tratamiento de crudo y agua (celdas de flotación), el consumo de aire establecido por las bombas neumáticas usadas, válvulas de control y el aire para instrumentos, cuyo factor de diseño será del 20%.

- **Sistema descentralizado 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.

- **Agua:** El sistema de agua industrial garantiza el suministro del fluido a los siguientes servicios:

Agua potable: Contempla el consumo por concepto de laboratorios, porterías, baños, entre otros, y se entrega mediante una red de tubería que lleva el fluido hasta los puntos apropiados para su respectivo tratamiento.

Agua industrial y/o del lavado: Se utiliza a través de una red de consumo con diferentes puntos de entrega distribuidos por todas las facilidades de producción, donde es principalmente utilizada para el lavado y mantenimiento de equipos. Las facilidades de producción de crudo requieren en diferentes partes del proceso, puntos de consumo de agua industrial (tratadores, sistema de purgas de calderas, unidades de secado de lodos, entre otros), los cuales pueden o no presentarse con base en el diseño propuesto.

Para garantizar el suministro del caudal requerido de agua industrial y/o de lavado hacia estos sistemas, se estima entre el 1% y 2% de la producción de crudo; es así como para una producción de 10000 BOPD, el consumo de agua industrial será de 160 - 260 BWPD aproximadamente.

H 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 277 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 la facilidad.

I Iluminación y apantallamiento

La facilidad contará con iluminación en los sitios críticos de la operación. Para esto se instalarán postes en concreto, a los que se adaptarán luminarias para cubrir la facilidad. De igual manera se instalarán pararrayos que cumplan con el objeto de proteger la facilidad ante descargas eléctricas.

J 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.

K Talleres

Contará con talleres para el mantenimiento y reparación mínima de equipos e infraestructura asociada a la operación de la facilidad.

L Área administrativa y de control de operaciones

Se adecuará una zona para el funcionamiento de las oficinas, sala de control, laboratorio, casino y campamento, en el cual además de ser el centro de operaciones de la facilidad, se alojará el personal que manera permanente debe estar dentro de la misma. Las instalaciones podrán ser tipo contenedor, o definitivas fabricadas en mampostería y concreto. Cabe destacar que las aguas residuales doméstica y no domésticas se dispondrán con terceros autorizados y/o mediante reúso por riego en vías a utilizar por el proyecto.

IV Volúmenes estimados de cortes y rellenos (Movimientos de tierras)

En general, el área de desarrollo Llanos 94, se caracteriza por presentar una topografía plana sin existencia de sitios especiales que requieran el manejo de pendientes considerables. La construcción de las Facilidades Centrales de producción contempla el método de construcción de corte relleno compensado, razón por la cual se espera un volumen mínimo para disposición de material

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 278 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

sobrante de construcción. Sin embargo, en el Plan de Manejo Ambiental específico se presentará el diseño detallado con los movimientos de cortes y rellenos a realizar en el sitio de construcción. De igual forma, en el numeral **Volumen estimado de cortes y rellenos**, se presenta los volúmenes estimados de cortes y rellenos para las Facilidades Centrales de producción.

El movimiento de tierras para la construcción de las facilidades de producción, buscará la compensación entre el volumen de corte resultante y el volumen de relleno (corte y relleno compensado).

Los estimativos de corte y relleno de las facilidades de producción, se determinarán en los levantamientos preliminares y los pre-diseños de obras civiles.

En la **Tabla 2-92**, se presentan los volúmenes de movimientos de tierra estimados para la construcción de las facilidades de producción de 7,0 hectáreas cada una.

Tabla 2-92: Movimiento de tierras y materiales estimados para la construcción de las facilidades de producción (7,0 ha).

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD*
Área máxima de las facilidades de producción.	210000 m ²
Volumen total de cortes	60000 m ³
Volumen de relleno	220500 m ³

* Valores estimados para un proyecto típico. Los valores reales dependerán de la ubicación del proyecto según zonificación ambiental y de la topografía existente del terreno.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2020.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

V Procesos de producción y manejo de fluido (crudo, agua y gas)

De acuerdo con lo señalado anteriormente, se describe de manera detallada el proceso en las facilidades de producción en el área de desarrollo Llanos 94.

A Descripción del proceso

Las facilidades de producción estarán conformadas por 3 procesos básicos: 1). Tratamiento de crudo; 2). Almacenamiento y despacho; y 3). Tratamiento y disposición de aguas efluentes, tanto del área de desarrollo Llanos 94 como de campos cercanos, sin sobre pasar su capacidad.

El tratamiento de crudo se inicia con la separación del agua libre a 20 lppcm (libras por pulgada cuadrada manométrica). La corriente de crudo sigue a una etapa de calentamiento y luego al tanque de lavado para alcanzar la especificación del 0,5% BSW y posteriormente a almacenamiento.

El agua separada será tratada en un sistema de tres (3) etapas para lograr la especificación de ≤ 10 ppm de aceite y sólidos suspendidos. El proceso se inicia en el tanque primario de microflotación, el cual a su vez recibirá una corriente de agua

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 279 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

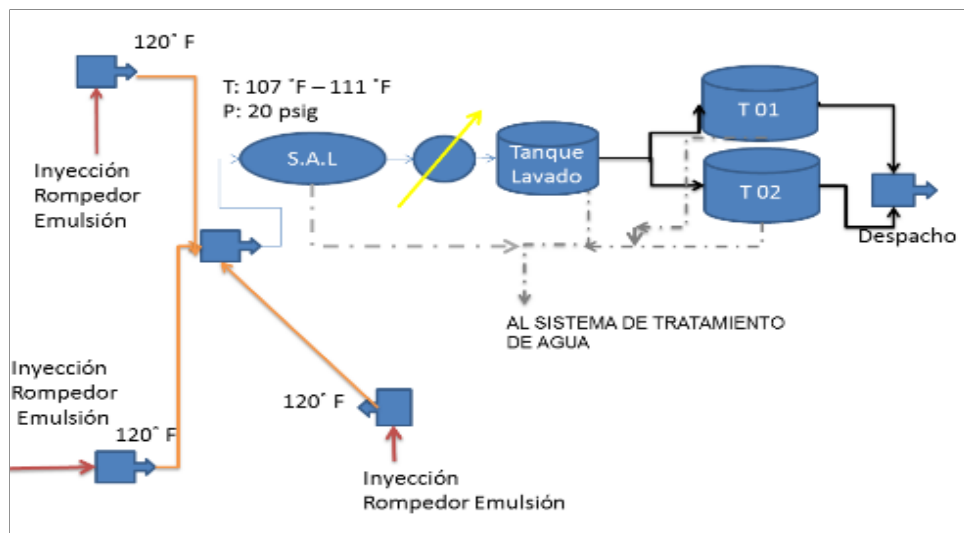
con gas disuelto en cuatro (4) cámaras, produciendo una gran cantidad de microburbujas que promueven la flotación de las partículas de aceite.

La corriente de agua con gas disuelto es producida en paquete (skid) de microburbujas, el cual consta de un recipiente reactor gas-líquido (GLR), una bomba de agua y una entrada de gas. La corriente de salida del tanque primario alcanzaría entre 50 ppm y 60 ppm y será dirigida a una celda de micro-flotación inducida, en la cual alcanza hasta concentraciones de aceite alrededor de 30 ppm y de sólidos suspendidos menores a 25 ppm. Finalmente, la corriente de agua es dirigida a la etapa de filtración alcanzando la especificación para inyección.

- **Manejo del crudo de producción:** Se plantea el tratamiento químico a nivel de múltiple de producción y separación del agua libre de la producción entrando a las facilidades de producción, mediante un despojador de agua libre.

Asimismo, seguidamente el crudo al cual se le ha retirado el agua libre, pasa por un intercambiador de calor y de allí, a unos tanques de lavado cuya función principal es tratar las emulsiones de agua en petróleo, mediante el principio de gravedad diferencial, manteniendo su pase a través de un colchón de agua con internos que permite la mínima perturbación en el mismo.

Luego de aproximadamente entre 8 y 9 horas de permanencia en los tanques de lavado, el petróleo abandona los tanques con un porcentaje de agua de 0,5%. El total del agua separada en las diferentes unidades de tratamiento de crudo es enviado al sistema de tratamiento de agua para su procesamiento; en la **Figura 2-90**, presenta el diagrama simplificado de tratamiento.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-90: Esquema de tratamiento por tanque de lavado.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 280 de 352</p>
---	---	---	---	--

B Características del crudo de producción:

En cuanto al crudo a producir en el área de desarrollo Llanos 94, se estima un crudo con un API esperado de 20°-21° y una presión de yacimiento esperada de 3600-3800 Psi; estas características serán confirmadas una vez se obtengan resultados de la perforación, teniendo en cuenta que la primera actividad de perforación del pozo Grulla del bloque CPO-4 en 2015, dio como resultado un pozo seco (**Anexo. Técnico/Pruebas iniciales Grulla**).

C Manejo de aguas de producción o de formación:

Para el tratamiento de las aguas de formación o de producción, se tiene contemplado dos (2) alternativas de tecnologías: 1). Convencional de flotación y filtro de cascara de nuez, y 2). Microflotación.

- ✓ **Tecnología convencional de flotación y filtro de cascara de nuez:** El Separador de Placas Corrugadas, siglas en inglés CIP (Corrugated Plate Interceptor), es una unidad de separación compacta con dispositivos internos que permiten la remoción y recolección eficiente de petróleo y sólidos suspendidos presente en el agua en forma simultánea de alta eficiencia y uso extendido a nivel mundial.

Al agua tratada en el Separador CIP se le deben reducir las partículas cuyo diámetro se encuentran entre 40 y 10 micrones de petróleo, así como los sólidos suspendidos que no pudieron ser removidas. Para ello, el agua debe ser procesada en unidades de aire inducido por flotación, la cual es una técnica utilizada frecuentemente en el tratamiento de las aguas de formación en campos petroleros y aguas residuales en refinerías

Esta técnica consiste en introducir en el agua, pequeñas burbujas de aire; a fin se adhieran a las partículas y las arrastren rápidamente a la superficie del agua.

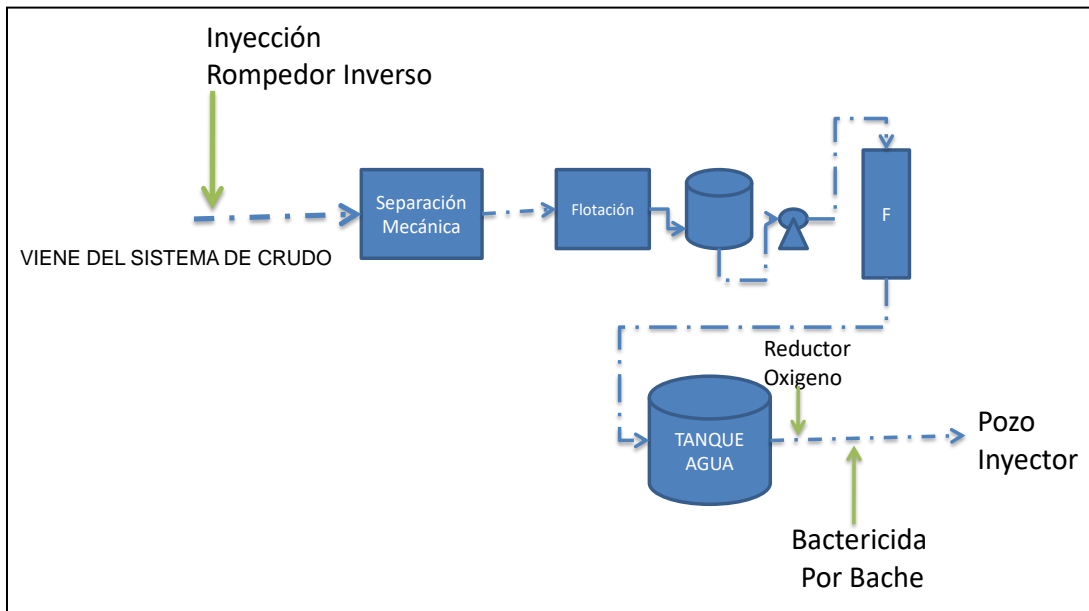
Las unidades de flotación por aire Inducido, se caracteriza por corto tiempo de permanencia en las celdas de flotación, alrededor de 4 minutos, con una eficiencia de remoción de sólidos suspendidos y petróleo entre 80% y 90%.

El agua saliendo de la unidad de flotación con un contenido de petróleo y sólidos suspendidos de 25 ppm y 50 ppm respectivamente, con un tamaño de diámetro de partículas <10 micrones, deberá pasar por un sistema de filtración, al cual se seleccionó como medio filtrante, un lecho de cáscara de nuez, al permitir filtrar sólidos cuyo tamaño de partícula sea superior a 5 micrones, condición está requerida para su disposición (v.gr. inyectar o reinyección al yacimiento).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 281 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Es importante destacar que deberá considerarse la inyección de un reductor de oxígeno y algún producto bactericida por lote o bache, para controlar los niveles de oxígeno y el crecimiento de microorganismos y algas previo a la inyección del agua al yacimiento. Sin embargo, esta consideración deberá validarse a nivel de laboratorio.

La **Figura 2-91**, presenta el esquema simplificado de tratamiento de agua descrito anteriormente.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-91: Diagrama simplificado del sistema de tratamiento de agua.

En la **Tabla 2-93**, se presenta en forma simplificada, el balance del agua, considerando los niveles de contenido y sólidos suspendidos, alimentando a las diferentes unidades de tratamiento para esta opción.

Tabla 2-93: Balance sistema de tratamiento de agua.

PARÁMETRO	ENTRADA UNIDAD SEPARACIÓN MECÁNICA	SALIDA UNIDAD SEPARACIÓN MECÁNICA	SALIDA UNIDAD DE FLOTACIÓN	ENTRADA UNIDAD DE FLOTACIÓN	SALIDA UNIDAD DE FILTRACIÓN
Aceite (ppm)	1.700	170	22	22	<10
Sólidos suspendidos (ppm)	1.000	250	44	44	<10
Tamaño partículas (µm)	>40	<40	<10	<10	<5

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

- ✓ **Microflotación:** Esta tecnología considera un tanque primario de microflotación de diseño especial, al cual se incorpora una corriente de agua con gas disuelto del reactor gas-líquido de microburbujas (MBFS = Microbubble Flotation System)

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 282 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

compuesta por agua de recirculación del tanque con una inyección de gas a 10 - 15 psig (libra fuerza/pulgada cuadrada manométrica) que favorecerá la flotación y coalescencia de las gotas de crudo y sólidos suspendidos en la superficie de las burbujas elevándolas hacia la parte superior del tanque. Una vez que las burbujas de gas alcanzan la superficie, las mismas colapsan, dejando el crudo, flotando sobre la capa de burbujas. El gas liberado sale del tanque hacia el venteo. Este proceso se repite en las cuatro (4) cámaras en que se divide el tanque, hasta lograr una concentración de crudo de 10 a 40 ppm en la cuarta cámara.

El tanque es dividido en cuatro (4) cámaras iguales por paredes verticales, las cuales operan como celdas independientes de remoción de crudo y sólidos.

En cada cámara hay una caja de entrada que recibe el agua producida y un flujo de recycle que contiene las burbujas microscópicas. La caja de entrada en cada cámara se posiciona tal que la toma de corriente de la caja es paralela al colector de crudo.

El colector de aceite se encuentra ubicado diametralmente por el tanque a lo largo de la línea de una de las paredes y recoge el crudo desnatado de cada una de las cámaras. La espuma aceitosa flota encima de los flujos de capa de burbuja, por encima de la entrada de la cámara, continúa por la superficie y fluye encima del colector de crudo.

La caja colectora de la entrada se inclina hacia la pared del tanque y el fondo de la caja es conectado a la pared del tanque. En la primera cámara que recibe el agua del separador de agua libre (SAL), la caja de entrada se extiende más cerca a la pared del tanque que las otras cajas. Esta caja está abierta al fondo para permitir que cualquier sólido en el agua sea dirigido al fondo del tanque y no llene la caja de entrada. El colector de crudo tiene cierta altura de rebose y para realizar esta operación se controlará la salida de agua limpia, con lo cual se incrementará el nivel en el tanque hasta alcanzar la altura de la bandeja.

El agua más limpia de la primera cámara entra en la segunda cámara a través de una tubería (toma de corriente), posicionada en el punto medio del nivel líquido a lo largo de la pared divisoria de las dos (2) cámaras.

Esta tubería se conecta al fondo de la caja de entrada de la segunda cámara. Todas las interconexiones subsecuentes se localizan al fondo de la pared divisoria entre cada par de cámaras. El agua de la primera cámara es mezclada con una segunda corriente de reciclaje de agua con micro-burbujas. La espuma de crudo generada fluye a través del vertedero colector de aceite y el agua limpia deja la segunda cámara a través de una toma de corriente en la pared divisoria entre la segunda y tercera cámaras y se conduce por la caja de entrada hacia una tubería a la tercera cámara. El agua de la cámara

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 283 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

tres es mezclada con una corriente de reciclo con burbujas microscópicas para extraer más crudo, el cual fluye por la superficie al vertedero del colector de aceite.

El agua limpia de la tercera cámara sale a través de una toma de corriente, en la pared divisoria entre la tercera y cuarta cámara y se conduce por la caja de entrada y la tubería hacia la cuarta cámara para mezclarse de igual forma con una corriente de reciclo con burbujas microscópicas. El crudo remanente flota al colector y el agua limpia sale del tanque por el fondo de la cuarta cámara.

El agua fluye por gravedad a través del tanque y el conducto interconectando entre cada cámara se dimensiona para minimizar la caída de presión a través del sistema. El fondo del vertedero de crudo está inclinado hacia la toma a un declive de 1:10.

Para la formación de las corrientes de reciclo se utiliza el siguiente procedimiento:

- Se toma una corriente de agua tratada de la salida de la cuarta cámara del tanque primario de microflotación, la cual es bombeada hacia los dos (2) reactores gas-líquido.
- Una corriente de gas natural, es inyectada en la corriente de descarga de cada una de las bombas a una tasa entre 5 y 25 pies cúbicos estándar por minuto (Scfm) dependiendo del caudal de agua a tratar, con una presión al momento de fluir hacia el sistema de aproximadamente 100 lppcm. La corriente de agua conteniendo el gas pasa a través de cada uno de los reactores gas-líquido, en los cuales se generan las pequeñas burbujas (por efecto de disolución y por efecto mecánico). El agua conteniendo la corriente de micro burbujas dispersas desde el GLR va a las cámaras 2, 3 y 4 del tanque primario y a la tubería de alimentación de agua de la primera cámara.

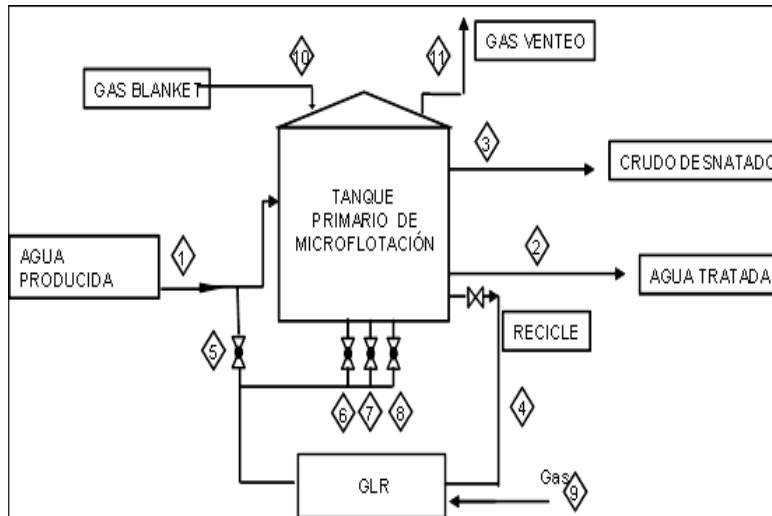
En la **Figura 2-92** y en la **Tabla 2-94** se presenta el esquema típico del proceso de flotación por microburbujas y sus propiedades típicas del agua separada en dicho proceso.

Tabla 2-94: Condiciones típicas del agua (agua-aceite) del proceso de microburbujas.

PROPIEDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Presión (psig)	40	5	2	5	10	10	10	10	10	10	10
Temperatura (°F)	150	135	135	135	130	135	135	135	135	135	135
Concentración de crudo en agua (ppm)	1700	<50	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Total solidos suspendidos (ppm)	1000	<40	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 284 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-92: Esquema típico del proceso flotación por microburbujas.

- **Características del agua de formación asociada al crudo:** Respecto al tratamiento de agua de formación asociada al crudo del área de desarrollo Llanos 94, se consideraron las premisas indicada a continuación:
 - ✓ El contenido de sólidos suspendidos y aceite es de 0 y 1700 ppm, respectivamente.
 - ✓ Desestabilización de las emulsiones oil/water, mediante la inyección de un rompedor inverso.
 - ✓ La nata y los sólidos recolectados no recibirán tratamiento en las facilidades de producción, serán recolectados y dispuestos por una empresa para su disposición final.
 - ✓ Los equipos de tratamiento a utilizar serán cerrados minimizando la contaminación al ambiente.
 - ✓ La disposición del agua tratada será inyectada a un pozo inyector y se requerirá que el diámetro promedio de partículas de los sólidos remanentes presentes en el agua, sea menor a 5 micrones.
 - ✓ Con base a lo anterior, no se considera la remoción de otro componente del agua, excepto la adecuación del agua respecto a aceite y solidos de suspensión.
 - ✓ Se incluirá en las instalaciones requeridas un proceso típico de tratamiento de agua, consistente básicamente en:
 - Separación mecánica.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 285 de 352</p>
---	---	---	---	--

- Separación por flotación.
 - Filtración de agua.
- ✓ Se utilizarán equipos cerrados al ambiente.
- **Gas:** La corriente de gas obtenida en el sistema de separación, tendrá dos (2) destinos: 1). Será conducida a través de líneas de proceso hacia a la tea, en donde será quemado, a partir del uso de la tea, se controlarán las quemas de los gases, para evitar contaminación; y 2). Será reutilizado como combustible en las operaciones de producción o generación de potencia.

VI Sistemas y procesos

A continuación se detallan los componentes típicos por sistema y equipos normalmente usados en las facilidades de producción de PAREX.

A 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.

❖ Separadores de producción / prueba

En estos equipos se da el primer proceso de separación del gas, crudo y agua libre. 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 286 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

❖ **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 skimming 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.

B Sistema de crudo

❖ **Tanques de almacenamiento**

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 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 del mismo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 287 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 / Descargadero**

Los cargaderos son estructuras metálicas construidas en acero y compuestas por escaleras para facilitar el acceso del personal operativo, zona de trabajador donde el operador realiza la maniobra de cargue de camiones, escalera basculante para acceder desde el trabajador 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.

C 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 288 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

conducidos normalmente a recirculación mediante re bombeo a la entrada de los tanques GB.

❖ **Celdas de flotación**

Las celdas de flotación son equipos destinados al tratamiento del agua de producción para reducir el contenido de aceites y sólidos. Las pueden ser de gas o aire inducido para facilitar el proceso de separación.

❖ **Filtros de agua de producción**

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.

❖ **Tanque decantador**

El tanque decantador es un recipiente que recibe el retro lavado de los filtros de agua de producción. 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**

En caso que haya pozos inyectoros en el área donde se esté tratando el agua de producción, y una vez el agua es clarificada y filtrada, es conducida a las bombas principales de inyección para ser posteriormente reinyectada.

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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 289 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

❖ **Evaporadores de agua**

Otra forma de disponer el agua de producción es mediante su evaporación, para ello se podrá contar con equipos que utilizarán gas para calentamiento y evaporación del agua a la atmósfera.

D 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 al 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 290 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

❖ **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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 291 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

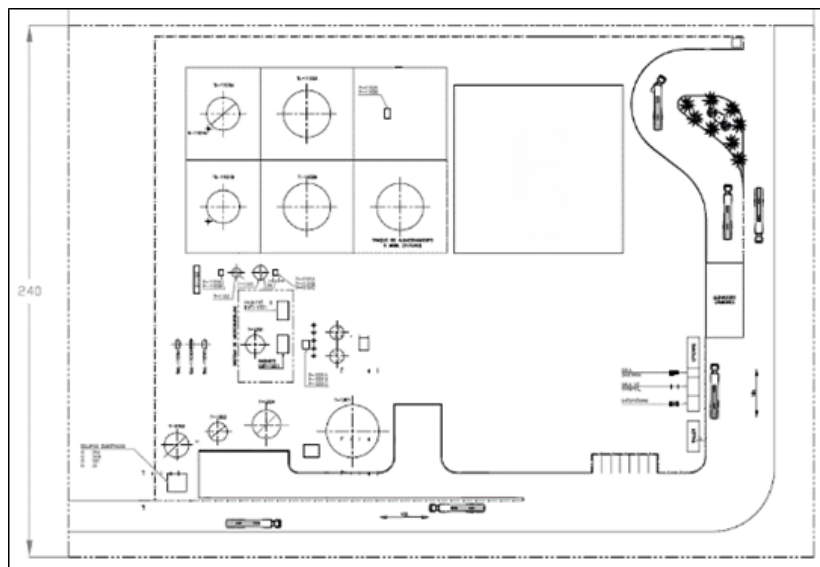
enfriamiento. Este paquete se compone de un intercambiador de calor, un tanque de almacenamiento, una bomba de recirculación, un chiller y un separador.

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.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-93: Plano diseño tipo a escala de las facilidades de producción.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 292 de 352</p>
---	---	---	---	--

VII Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra

La maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción y operación 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 (**Tabla 2-96** y **Tabla 2-95**).

Tabla 2-95: Maquinaria y equipos típicos en la construcción y operación 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.
	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 accesorios.
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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 293 de 352
---	---	---	--------------------------	---------------------------------

Tabla 2-96: Estimativos de personal para construcción de las facilidades de producción - FCP.

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		
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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Para la operación de las Facilidades Centrales 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 (**Tabla 2-97**).

Tabla 2-97: Personal requerido durante la operación de las Facilidades Centrales de producción - FCP

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 ambientales	4
TOTAL, ESTIMADO	20

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 294 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

VIII Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

Las actividades de construcción de las facilidades de producción, intervendrán principalmente áreas dedicadas a la ganadería y cultivos, la cual corresponde a la principal actividad económica del área de desarrollo Llanos 94 en la actualidad. En todo caso, la ubicación de las facilidades de producción, deberá tener en cuenta los resultados establecidos en la zonificación de manejo ambiental del proyecto en el presente EIA.

IX Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades

Teniendo en cuenta el tipo de terreno a intervenir para la construcción de las facilidades de producción y demás características, el cronograma de dichas obras se presenta en la **Tabla 2-98**. No obstante, el desarrollo de las facilidades de producción, podrá ser en su totalidad o por etapas.

Tabla 2-98: Cronograma general de actividades para las facilidades de producción.

ACTIVIDAD	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Localización y replanteo												
Desmonte y descapote												
Explotación, conformación, nivelación y compactación de terraplenes (movimiento de tierras)												
Obras de drenaje y subdrenaje												
Construcción de estructuras de soporte para los diferentes equipos y tanques												
Afirmado (superficie final)												
Empradización												
Cerramiento, obras adicionales e iluminación												

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

X Equipos y sistemas de control para emisiones atmosférica (gases, material particulado y ruido) por fuentes fijas y móviles

Las fuentes de emisiones atmosféricas en cuanto a gases y partículas durante la construcción y adecuación de las Facilidades Centrales 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 la facilidad serán maquinaria pesada como: bulldozer, motoniveladora, cargador, retroexcavadora y volquetas.

Durante la operación de las Facilidades Centrales 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 295 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

fuentes fijas corresponden al funcionamiento de generadores, compresores, bombas, motores y equipos en general, ubicados al interior de las Facilidades Centrales 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 la facilidad, 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.

XI Actividades de mantenimiento, incluyendo insumos, residuos y tratamiento

Las Facilidades Centrales de producción requieren mantenimiento periódico debido a la operación de las mismas. Estas involucran principalmente el monitoreo del estado y funcionamiento de los equipos y procesos. El mantenimiento de comprender entre otras las siguientes actividades:

A 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 296 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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.

B 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 297 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

C 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 las Facilidades Centrales 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.

D 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 Centrales de producción varían desde partes y repuestos para los diferentes equipos hasta empaques, aceites y lubricantes para cambios periódicos. En la **Tabla 2-99** se presenta una relación de los insumos y materiales típicos usados en las acciones de mantenimiento y operación.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 298 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-99: Insumos para el mantenimiento y operación de las Facilidades Centrales de producción - OTP.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A 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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

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.

Los materiales e insumos utilizados para las labores de mantenimiento y operación en la CPF varían desde partes y repuestos para los diferentes equipos hasta empaques, aceites y lubricantes para cambios periódicos. En la **Tabla 2-100** se presenta una relación de los insumos y materiales típicos usados en las acciones de mantenimiento y operación.

Tabla 2-100: Insumos utilizados para el mantenimiento y operación.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 299 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

ACTIVIDAD	SUSTANCIA O INSUMO A UTILIZAR	FUNCIÓN
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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

En el **Capítulo 4** del presente EIA, se expone el tipo, manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos y líquidos generados durante la construcción y operación de las facilidades de producción.

XII Sistemas y fuentes de generación de energía

Considerando que el objetivo principal del proyecto es desarrollar la infraestructura de explotación en el área de desarrollo Llanos 94, es necesario implementar una estrategia que permita suplir de energía eléctrica acorde a las expectativas de producción, para ello se tiene previsto la operación en las facilidades de producción y la generación de potencia se realice de manera descentralizada por plataforma multipozo.

Para la operación, se requiere disponer de un suministro de energía eléctrica confiable, segura y flexible, que permita cubrir la demanda necesaria, razón por la cual la energía eléctrica requerida será obtenida de tres (3) formas:

- Por sistemas de autogeneración en cada plataforma que podrá ser alimentado por Diesel, GLP, y Fuel Oil entre otros.
- Mediante la central de generación eléctrica en la Facilidad Central de Producción que podrá ser alimentada por Diesel, GLP, y Fuel Oil y/o la optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos.
- Conectarse a una red eléctrica existente del sistema nacional.

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:

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 300 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- **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 2-101**, 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 2-101: 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 PARA			
	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: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 301 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

• **Estimación de la demanda**

Es importante destacar que para el estimado de la demanda total del área de desarrollo Llanos 94, se consideró solamente el factor de demanda por estar a nivel conceptual. En la **Tabla 2-102**, 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 2-102: Demanda total de energía estimada para el área de desarrollo Llanos 94.

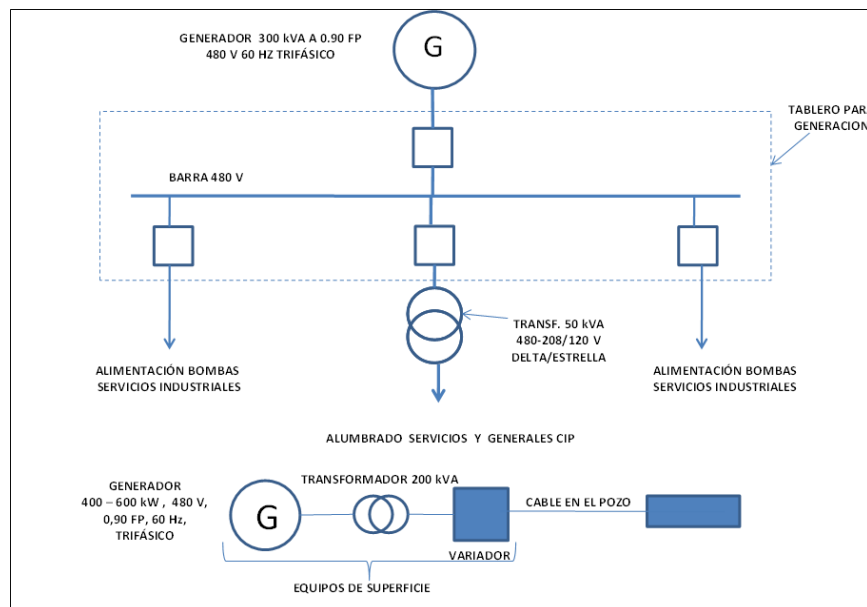
HP totales	7000
kW totales conectados	5250
kW totales con factor demanda 0,85	4463
kW totales con factor diversificación 1,44	3646

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

• **Sistema de generación de potencia**

El sistema consiste en instalar centros de generación distribuida entre 400 a 600 kW (n-1) para las 16 plataformas multipozo a construir y adecuar, y tres (3) centros de generación de 300 kW (n-1) en las tres (3) facilidades de producción (**Figura 2-94**). 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.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-94: Sistema de generación distribuida en las facilidades de producción y alimentación de las plataformas multipozo con autogeneración (un generador por plataforma multipozo).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 302 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

- **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. En la **Fotografía 2-92**, se presenta el sistema de generación dual (diésel y/o gas) de energía.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-92: Sistema de generación dual de energía.

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 (**Fotografía 2-93**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-93: Separador master y separador de prueba.

- **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

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 303 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 (Fotografía 2-93).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-94: Intercambiador y Aero-enfriador.

- **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 (**Fotografía 2-95**).
- **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 (**Fotografía 2-96**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-95: Scrubber.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-96: Scrubber filtro y pulmón.

- **Registrador Barton:** El registrador indica el consumo de gas por hora y día del generador (**Fotografía 2-97**).

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 304 de 352</p>
---	---	---	---	--

- **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 (**Fotografía 2-98**).



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-97: Registrador Barton.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-98: Generador a gas.

XIII Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la construcción de facilidades de producción

En el **Capítulo 10**, del presente EIA, se exponen detalladamente las acciones y medidas a aplicar durante esta fase del proyecto.

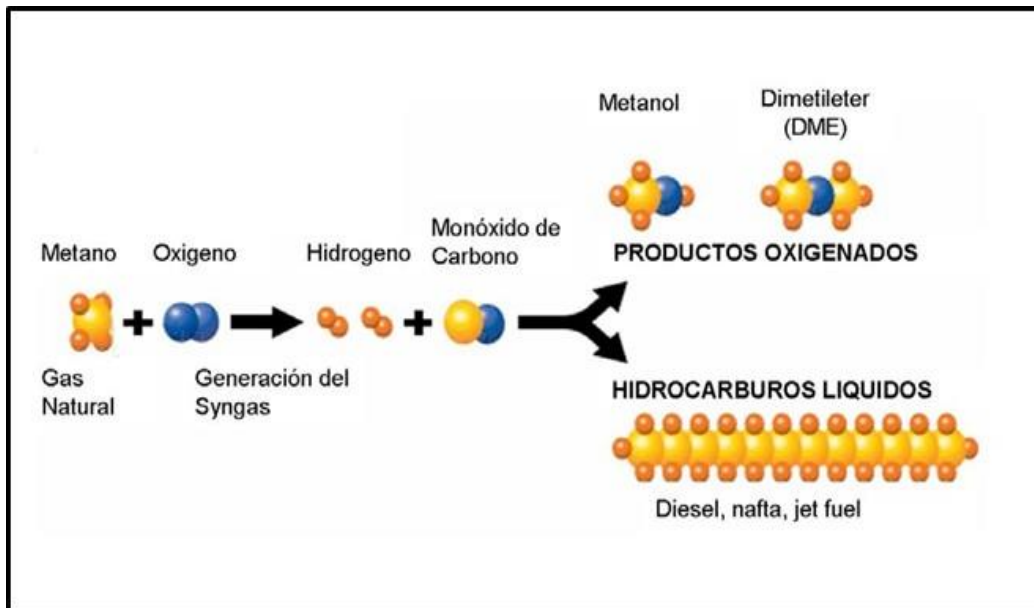
El desmantelamiento y abandono se debe efectuar bajo los lineamientos de las medidas de manejo ambiental, con el fin de garantizar que la zona intervenida se deje en condiciones similares o mejores a aquellas previas al desarrollo del proyecto.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 305 de 352</p>
---	---	---	---	--

2.2.2.6 Tecnología Gas to Liquids - GTL

I Generalidades de la Tecnología Gas to Liquids - GTL

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 2-95**, 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.



Fuente: BP economics. The Role of Gas conversion in the Gas Economy

Figura 2-95: Proceso para obtener Combustibles Líquidos a partir de gas Natural

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.

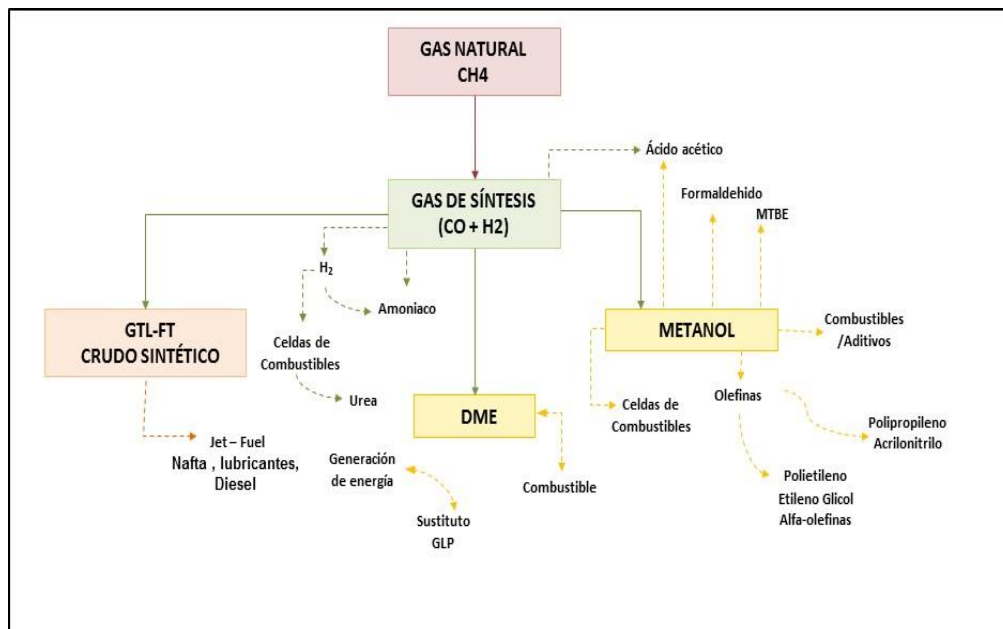
En la **Figura 2-96**, se muestra en detalle los productos que se pueden obtener a partir del gas de síntesis y sus principales usos. Para una mayor información de los productos obtenidos a partir del syngas.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 306 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 (CH_4) a Metanol ($\text{CH}_3 - \text{OH}$) 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.



Fuente: BP economics. The Role of Gas conversion in the Gas Economy
Figura 2-96: Productos obtenidos a partir del gas de síntesis

- **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

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 307 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 remplazar el diesel en motores de ignición por compresión. El uso en motores diesel ofrece ventajas en la reducción de emisiones de óxidos nitrosos (NOx), humo, y partículas de la combustión, en comparación del diesel 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: $NCO + 2nH_2 \leftrightarrow (CH_2)_n + nH_2O$ (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.

II 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 diesel, 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 308 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

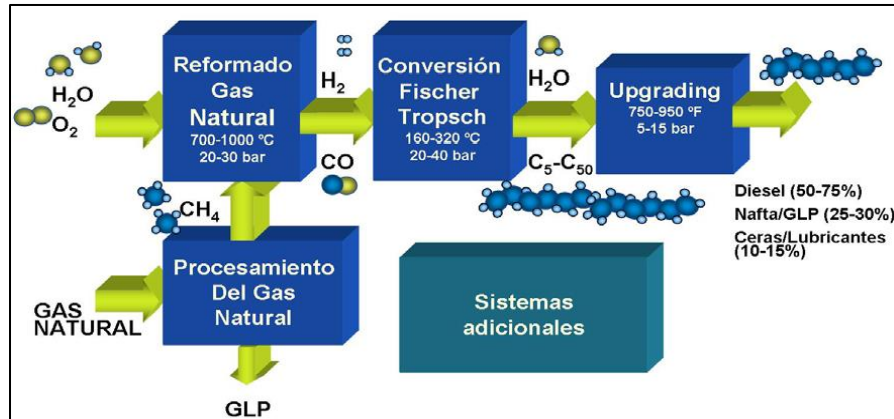
- El esperado cambio a largo plazo de una energía dependiente del petróleo hacia el incremento en la dependencia del gas, lo cual ha creado una extensa demanda de las compañías petroleras y de otras para asegurar su posesión.
- El incremento de los requerimientos de combustibles limpios, que sean libres 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.

III 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 2-97**, se puede ver que este proceso consta principalmente de tres etapas: Generación del gas de síntesis, síntesis de Fischer-Tropsch y mejoramiento del producto.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 309 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

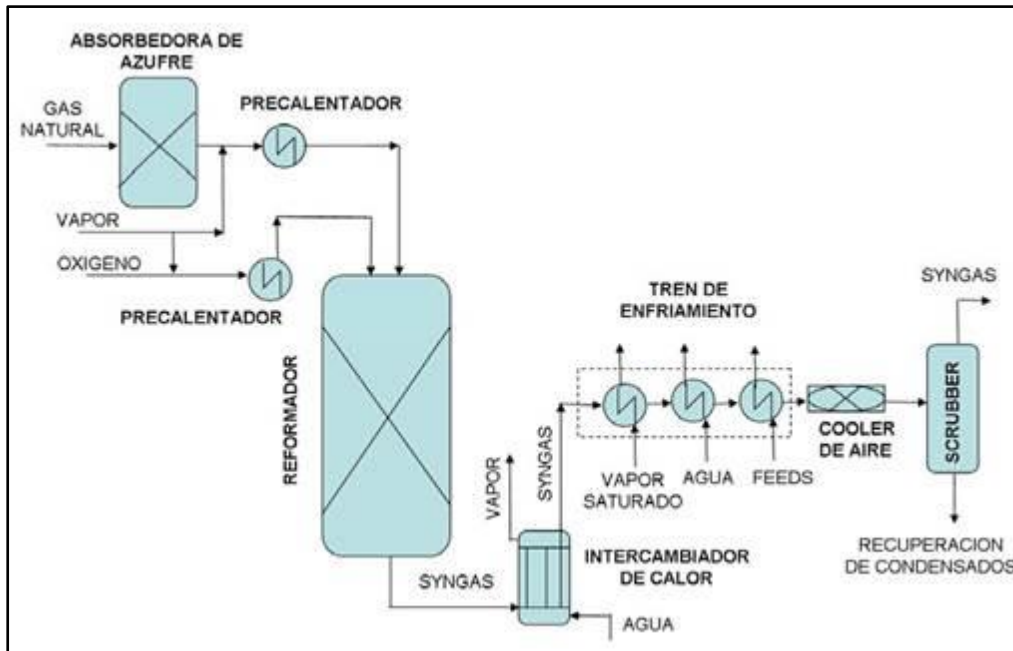
Figura 2-97: Principales Etapas del Proceso Fischer-Tropsch.

A Generación del 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 psia 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 2-98**, 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 rehervidor 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 **Figura 2-99**, y 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 e eliminar los condensados para su reciclo e eliminar los contaminantes.

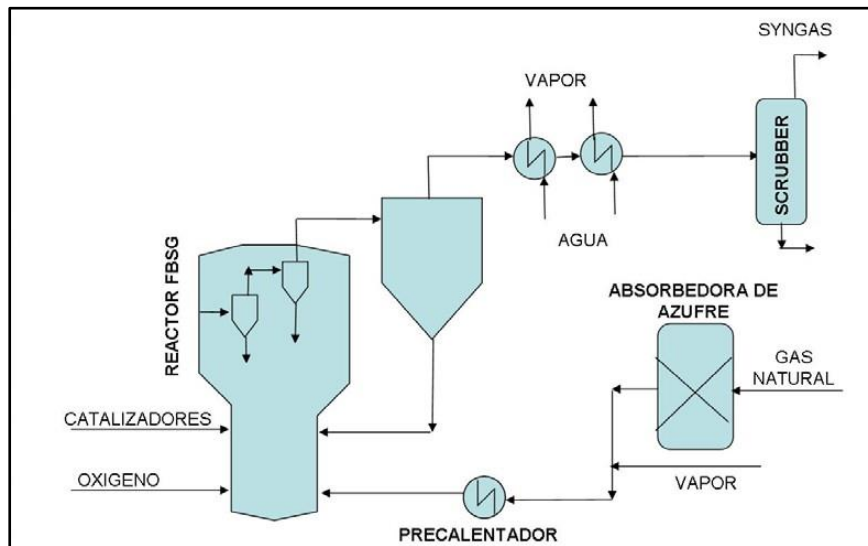
<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 310 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Figura 2-98: Esquema de la generación del syngas

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).



Fuente: Nexant, 2013.

Figura 2-99: Esquema del Proceso de Lecho Fluidizado (Fluidized Bed Síntesis Gas-FBSG)

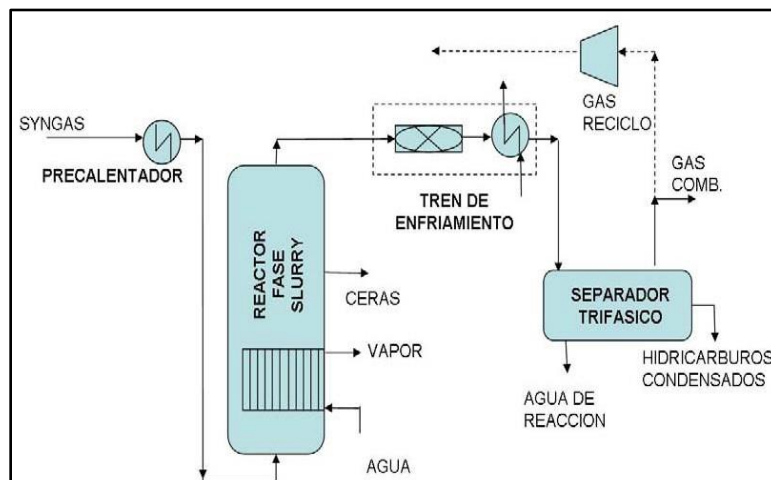
<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 311 de 352</p>
---	---	---	---	--

B 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.

La **Figura 2-100**, muestra las características del proceso anteriormente descrito.



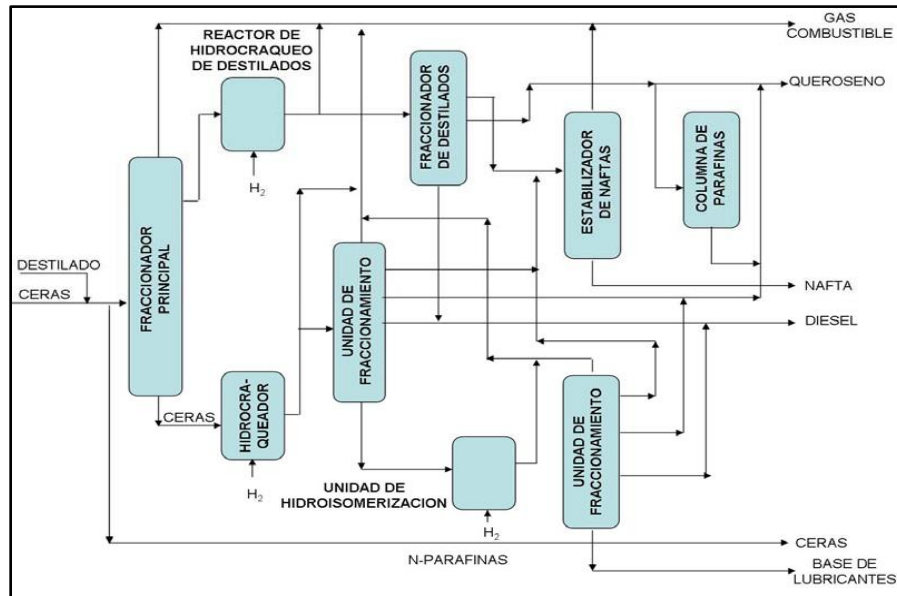
Fuente: ExxonMobil, 2013.

Figura 2-100: Esquema de la síntesis de Fischer-Tropsch

C 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 diesel. La sección de refinación para este fin se muestra en la **Figura 2-101**.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 312 de 352</p>
---	---	---	---	--



Fuente: Raytheon, Inc, 2013.

Figura 2-101: Unidad de refinación

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 olefinas 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 olefinas 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.

❖ **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.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 313 de 352</p>
---	---	---	---	--

La generación de energía eléctrica es el sistema adicional tal vez más importante, más aun 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.

❖ Consumibles módulo GTL

El proceso mediante el cual se realizará la conversión catalítica del gas natural producto de las actividades de explotación, a hidrocarburos líquidos como diesel 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.

IV 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.

V Ventajas de los productos GTL

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 refinera 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 314 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 el en 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 2-103**.

Tabla 2-103: Productos Fischer Tropsch y su Mercado

FRACCIÓN	% PESO	MERCADO
C ₁ – C ₄ (Gas + GLP)	5 - 10	Alimento Petroquímico Combustibles
C ₅ - C ₉ (Nafta)	15 -20	Alimento para plantas de Oleofinas Alimento para Reformado Catalítico y producir Aromáticos
C ₁₀ – C ₁₅ (Queroseno)	20 - 30	Jet Fuel Parafinas Normales
C ₁₇ – C ₂₂ (Diesel)	10 - 15	Combustible Diesel
C ₂₂₊ (Ceras)	30 - 40	Ceras Lubricantes Sintéticos

Fuente: Fundamentals of Gas to Liquids, 2013.

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 hidropcesamiento, 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 2-104**, se presenta una comparación de las propiedades del diesel obtenido a partir de refinación convencional en diferentes regiones del mundo y

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 315 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

el diesel GTL.

Tabla 2-104: 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
Destilación				
T90, máx.	360	338	360	320
PAH, wt %	11			<1
ppm Azufre				<5

Fuente: Fundamentals of Gas to Liquids, 2013.

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.

VI Sistema de seguridad y de 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 contraincendios: monitores de agua, extintores, equipos auto contenido 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 316 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

2.2.2.7 Reinyección y/o inyección

Se solicita permiso para la reinyección y/o inyección de aguas residuales domésticas, no domésticas y de formación en las formaciones Guadalupe, Mirador y Carbonera. 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**, se presenta la descripción detallada de la actividad de reinyección y/o inyección para el área de desarrollo Llanos 94 y el desarrollo del modelo hidrogeológico que abarca todas las condiciones de interconexión de unidades hidrogeológicas y de aislamiento o confinamiento de la unidad receptora de las aguas de producción o industriales tratadas.

I Alternativas de ubicación

El proyecto contempla la adecuación de 42 pozos de reinyección y/o inyección dentro del área de desarrollo Llanos 94, que corresponderán a los mismos pozos productores adecuados para tal fin.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 317 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

II Especificaciones técnicas

El agua tratada en la planta de procesos, se almacena en un tanque de inyección, aguas abajo de este se encuentran las bombas de inyección, las cuales bombearán el agua, a través de un ducto de inyección al pozo reinyector y/o inyector.

La infraestructura básica de un pozo de reinyección y/o inyección corresponde en primer lugar a la línea de inyección; la cual llega a la trampa receptora de marranos (pig receiver) y luego de este al skid de inyección (satélite de inyección) el cual derivará el agua al pozo correspondiente.

III Métodos constructivos

Para la construcción de los pozos reinyectores y/o inyectores, no se intervendrán áreas adicionales a las requeridas para dichas instalaciones. Es importante señalar que, los pozos, durante la etapa de perforación, que resulten secos, podrán ser destinados para pozos reinyectores y/o inyectores.

Por otro lado, los pozos existentes se podrán adecuar para este fin, esta adecuación no requiere de ampliaciones de las locaciones existentes, tan solo de la adecuación de las estructuras e instalaciones necesarias para la inyección y/o reinyección que se describen más adelante de este numeral.

IV Instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, y otras) para la etapa de construcción

Para la adecuación de los pozos de inyección y/o reinyección dentro del área de desarrollo Llanos 94, se tendrán en cuenta los campamentos ubicados dentro de las plataformas multipozo y las facilidades de producción. En estos mismos sitios se realizará el acopio de los materiales y equipos requeridos para las diferentes labores.

No será necesario adecuar campamentos para vivienda del personal en otros sitios diferentes, ya que el personal no calificado a contratar corresponderá a habitantes del área de influencia del proyecto, de tal forma que diariamente los trabajadores regresarán a sus correspondientes viviendas. Por otro lado, el personal calificado pernochará en las poblaciones cercanas al área.

Igualmente, no se adecuarán zonas como talleres para el arreglo y mantenimiento de la maquinaria y/o equipos necesarios; en caso de requerirse su mantenimiento se efectuará en las plataformas multipozo existentes y facilidades de producción, o en la cabecera municipal más cercana.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 318 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

V Volumen estimado de cortes y rellenos

No se requieren cortes ni rellenos para los pozos de reinyectores y/o inyectores dentro del área de desarrollo Llanos 94, ya que se ubicarán dentro de instalaciones existentes y pertenecientes al proyecto.

VI Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

Durante la adecuación de los pozos de reinyección y/o inyectores para el área de desarrollo Llanos 94, no se intervendrá ninguna infraestructura social, económica o cultural, ya que se ubicarán dentro de las plataformas multipozo existentes y facilidades de producción.

VII Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas

Las principales fuentes de contaminación atmosférica que pueden darse durante la adecuación de los pozos de reinyección y/o inyección dentro del área de desarrollo Llanos 94, serán de carácter temporal y corresponden a la movilización de los vehículos para transporte de materiales, equipos, maquinaria y personal, donde se generará aporte de material particulado y la emisión de gases como CO, CO₂, SO₂ y NO, producto de la combustión del combustible para el funcionamiento de motores, maquinaria y vehículos.

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

Las emisiones de ruido causadas por la adecuación de los pozos de reinyección y/o inyección dentro del área de desarrollo Llanos 94, son básicamente de carácter temporal y se presentarán por el funcionamiento de la maquinaria pesada y tránsito de vehículos en el sector, necesario para realizar estas labores.

Los niveles de presión sonora que se estiman para este tipo de maquinaria oscilarán entre 70 y 85 decibeles (db).

VIII Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la etapa de adecuación

Para la adecuación de los pozos de reinyección y/o inyección dentro del área de desarrollo Llanos 94, se requerirá la misma maquinaria, equipos y mano de obra que se presentan para la construcción de las plataformas multipozo.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 319 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

IX Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades para la etapa de adecuación

Para la adecuación de un (1) pozo de reinyección y/o inyección dentro de las plataformas multipozo existentes y facilidades de producción, se estima un tiempo máximo de siete (7) semanas.

X Equipos, maquinaria, sistemas y procesos

La infraestructura básica de un pozo de reinyección y/o inyección corresponde en primer lugar a la línea de inyección; luego del cual el líquido es recolectado por el cabezal principal que direcciona el flujo hacia las bombas para luego ser impulsado al pozo de reinyección y/o inyección.

Adicionalmente, se cuenta con las áreas de generación eléctrica y el cuarto de control de máquinas. De igual manera, donde se ubique el pozo de reinyección y/o inyección, se contará sus respectivas cunetas perimetrales, diques, disipadores de energía y desarenador.

La infraestructura básica mínima y su función de un (1) pozo de reinyección y/o inyección, se presentan en la **Tabla 2-105**.

Tabla 2-105: Infraestructura mínima y su función de un (1) pozo de reinyección y/o inyección.

INFRAESTRUCTURA	FOTOGRAFÍAS
<p>Pozo reinyector y/o inyector: En cada plataforma multipozo y facilidad de producción, se contará con dos (2) pozos reinyectores y/o inyectores. La mayoría de estos pozos son del tipo horizontal, aunque los hay verticales.</p>	 <p>Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.</p>
<p>Bombas de inyección: Las bombas de inyección de agua se encuentran ubicadas en cada una de las plataformas multipozo y facilidades de producción. El agua será inyectada o reinyectada por bombas de desplazamiento positivo de gran capacidad.</p>	 <p>Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.</p>

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 320 de 352</p>
---	---	---	---	--

INFRAESTRUCTURA	FUNCIÓN
Tanque skimmer tipo I	Realizar la separación inicial de los principales contaminantes del agua: aceite y sólidos, previa inyección de productos químicos.
Tanque skimmer tipo II	Tanque de cabeza para mantener nivel y hacer una última separación de contaminantes
Filtro de cascarilla	Filtro de lecho de cascarilla de nuez destinado a remover los contaminantes que quedan después de la decantación en el skimmer.
Filtro de cartuchos	Filtro de pulido para remover partículas de tamaño menor a 5µm, la instalación de este equipo depende de las condiciones de inyección requeridas.
Torre desoxigenadora	Torre de desorción usada para remover el oxígeno, se usa cuando se usan aguas dulces para inyección.
Bombas centrífugas	Bombas de transferencias usadas para mover el agua entre las diferentes etapas del proceso.
Otros elementos	<ul style="list-style-type: none"> - Cabezal descarga alta presión. - Medidor de flujo. - Tablero de control. - Celdas de protección.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Los sitios de los pozos de y/o inyección contarán además con la infraestructura básica de las plataformas multipozo o facilidades de producción, como son los contrapozos, canales perimetrales, skimmer, dique de contención para el tanque de diésel entre otros, tal como se muestra en la **Fotografía 2-99**.



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Fotografía 2-99: Infraestructura mínima para 1 pozo de reinyección y/o inyección.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 321 de 352</p>
---	---	---	---	--

En el caso de ser requerida la perforación de los pozos de inyección y/o reinyección, se efectuará de la misma forma que los pozos de perforación hasta alcanzar la formación receptora (como se especifica en el **Capítulo 4** del presente EIA), para lo cual se utilizarán los mismos requerimientos de lodos base agua, personal, materiales, equipos y maquinaria. Para el tratamiento de los cortes y aguas residuales industriales se utilizarán tanques catch tank y frac tank y/o piscinas.

El manejo de las aguas residuales domésticas se efectuará de la misma forma que lo señalado para una plataforma multipozo de pozos de perforación, al igual para los residuos sólidos.

La profundidad de estos pozos dependerá del objetivo de inyección y/o reinyección, hasta alcanzar las formaciones receptoras.

La conexión del pozo con la formación de inyección y/o reinyección se hará mediante el cañoneo del espesor de principal interés.

En el interior del pozo, se fijará un empaque con tubing por arriba de la zona de inyección y/o reinyección, que permita asegurar que toda el agua inyectada y/o reinyectada se dirija a la formación definida. El empaque se probará con presión por el anular para asegurar un correcto aislamiento del resto del pozo.

En superficie se tendrá un cabezal de pozo y los equipos necesarios que permitan la inyección y/o reinyección controlada y segura del agua.

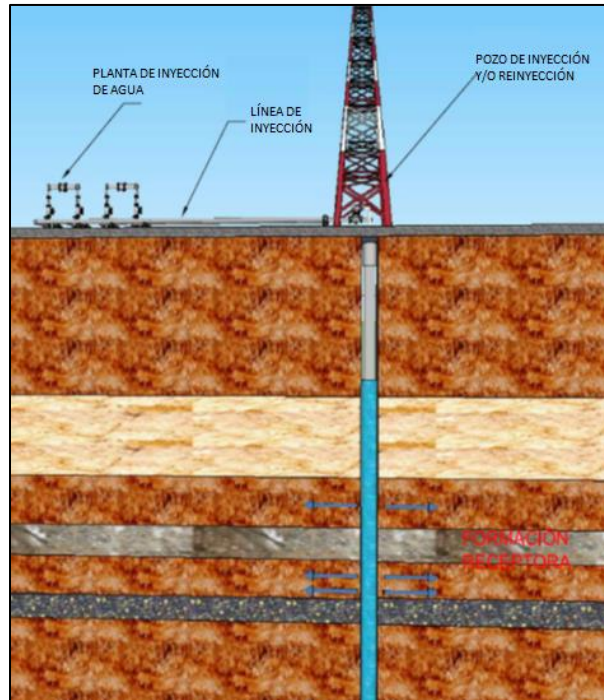
Cuando se requiera workover se tomarán las medidas necesarias para mantener el diseño característico de los pozos reinyectores y/o inyectores.

Una vez se tengan disponibles las facilidades de superficie para la reinyección y/o inyección de las aguas de producción, se procederá a realizar una prueba de inyección extensa a fin de determinar la verdadera capacidad de recepción en la formación receptora.

Una vez finalizadas las pruebas de inyección de los pozos, se decidirá realizar sobre pruebas steprate test para definir el gradiente de fractura de la formación receptora.

Después del proceso de separación y tratamiento de agua y crudo desarrollados, el agua resultante de la operación en un alto porcentaje es reinyectada y/o inyectada en las unidades receptoras para su recarga y almacenamiento (**Figura 2-102**).

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 322 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Archivo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Figura 2-102: Facilidades de superficie del sistema de reinyección y/o inyección.

Es de aclarar que el agua de reinyección y/o inyección es tratada mediante procesos fisicoquímicos que remueven el mayor número de contaminantes cumpliendo con las exigencias del Ministerio de Minas y Energía (MME).

El agua producida de la separación crudo-agua será almacenada en tanques en las áreas de producción correspondientes a las plataformas multipozo y facilidades de producción, y posteriormente, a través de bombas o plantas se reinyectan y/o inyectarán a las formaciones respectivas.

XI Instalaciones de apoyo para la operación

Para los pozos de reinyección y/o inyección, se utilizarán los campamentos existentes en las plataformas multipozo y facilidades de producción.

XII Requerimientos de insumos y fuentes de energía

Como se mencionó con anterioridad, la energía eléctrica para el funcionamiento de estos pozos, será suministrada por autogeneración dual (diésel y/o gas) localizada en cada plataforma multipozo y/o facilidades de producción. El requerimiento energético estimado es:

- Bombas centrífugas: 1,3kW por cada 1000bbl de agua.
- Bombas de inyección: 42,3kW por cada 1000bbl de agua.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 323 de 352</p>
---	---	---	---	--

Además de esto, como insumos se requiere cascarilla de nuez y productos químicos para el tratamiento de agua, tales como: clarificador, rompedor inverso, biocida, secuestrante de oxígeno, inhibidor de corrosión, inhibidor de incrustaciones, todos dosificados en menos de 50 partes por millón.

XIII Personal necesario en la operación

Para la instalación de una sarta de inyección, se requiere un equipo de WorkOver, cuyo tiempo de labor toma aproximadamente cinco a seis días de operación y cuenta con doble cuadrilla de personal (6 personas cada una), un especialista quien es el responsable de la correcta instalación de los componentes de la sarta de inyección y el personal staff de Parex para supervisión del trabajo.

En cuanto al personal se requiere para la operación de los pozos reinyectores y/o inyectores, de máximo cuatro (4) trabajadores y un (1) ingeniero supervisor, organizados de la siguiente forma:

- Operador: 1.
- Asistente: 1.
- Asistente laboratorio: 1.
- Soporte tratamiento químico: 1.

XIV Volumen estimado a inyectar

Para el desarrollo de esta actividad en el área de desarrollo Llanos 94, se contempla inicialmente un volumen de 10000 barriles por pozo productor.

XV Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad

En el **Capítulo 10** del presente EIA, se describen dichas actividades para el desmantelamiento y restauración de las áreas ocupadas por los pozos de reinyección y/o inyección dentro de las plataformas multipozo y facilidades de producción.

2.2.2.8 Sistemas de generación de energía eléctrica

Para el desarrollo del proyecto “área de desarrollo Llanos 94”, es necesario implementar una estrategia que permita suplir de energía eléctrica acorde a las expectativas de producción, para ello se propone un esquema de desarrollo del sistema eléctrico, aclarando que en cada fase del desarrollo podrán coexistir una o más alternativas de generación y transmisión.

De acuerdo con lo anterior, para la extracción del crudo del área de desarrollo Llanos 94, se requiere disponer de un suministro de energía eléctrica confiable, segura y flexible, que permita cubrir la demanda necesaria, razón por la cual la energía eléctrica requerida será obtenida de tres (3) formas:

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 324 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 1) Por sistemas de autogeneración en cada plataforma que podrá ser alimentado por Diesel, GLP y Fuel Oil, entre otros.
- 2) Mediante la central de generación eléctrica en la Facilidad Central de Producción que podrá ser alimentada por Diesel, GLP y Fuel Oil y/o la optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos.
- 3) Conectarse a una red eléctrica existente del sistema nacional.

En general, se propone desarrollar la infraestructura eléctrica con generación propia localizada, luego de la construcción de la Facilidad Central de producción, se prevé la implementación de redes de media y baja tensión no mayores a 34,5 kV que saldrán de la central eléctrica del mismo nivel de voltaje ubicado en el área de la Facilidad Central de producción. En todos los casos se da estricto cumplimiento con los factores de emisión de gases estipulados por la reglamentación ambiental vigente.

Las interconexiones eléctricas de los equipos generadores hacia las diferentes cargas incluyendo tableros de distribución, bancos de ductos y bandejas porta cables son realizados bajo lo establecido en el reglamento técnico para instalaciones eléctricas RETIE.

I Sistemas de autogeneración en cada plataforma y la Facilidad Central de Producción

La Facilidad Central de Producción (OTP) contara con una subestación eléctrica, la cual estará compuesta por equipos híbridos para las bahías de 34.5 kV, Transformador de potencia 34,5 kV – 480v 4MVA y Centro de potencia en Shelter conformado por tren de celdas de 36 kV, a partir de ahí y desde la central de generación eléctrica de la Facilidad Central de producción, se conectará cada una de las plataformas multipozo mediante líneas de media o baja tensión en una configuración tipo anillo o espina de pescado que brinde confiabilidad en el sistema eléctrico.

Los sistemas de autogeneración que se utilizan en el proyecto para cada plataforma corresponden a tres (3) generadores y una (1) TEA. De igual forma, para la Facilidad Central de Producción se emplazaron seis (6) generadores y también una (1) TEA (**Tabla 2-106**).

Tabla 2-106: Características fuentes de emisión del proyecto

ESTRATEGIA	Equipo	Cantidad	Dd	Ha	T	Vs	Comb	Consumo
18 plataformas multipozo	Generador Diesel	36	0.25	5	626	1.4	Diesel	66 gal/d
	Generador Gas Natural	18	0.25	5	538	4.3	Gas Natural	900 ft ³ /d
	TEA	18	0.08	8	800	4.3	Gas Natural	60000 ft ³ /d
3 Facilidad Central de	Generador Diesel	12	0.25	5	626	1.4	Diesel	66 gal/d
	Generador Gas Natural	6	0.25	5	538	4.3	Gas Natural	900 ft ³ /d

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 325 de 352
---	---	---	---------------------------------	--



ESTRATEGIA	Equipo	Cantidad	Dd	Ha	T	Vs	Comb	Consumo
Producción - OTP	TEA	3	0.08	8	800	4.3	Gas Natural	60000 ft³/d

Dd: Diámetro ducto (m); Ha: Altura Emisión (m); T: Temperatura gases (°K); Vs: Velocidad gases (m/s)

*Se asume una operación del 25%

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

De acuerdo con lo anterior, se solicita la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de autogeneración en cada plataforma multipozo que podrán ser alimentados por Diesel, GLP y Fuel Oil. Además, se solicita la instalación, operación y mantenimiento de la central de generación eléctrica en la Facilidad Central de Producción - OTP que podrá ser alimentada por Diesel, GLP y Fuel Oil y/o la optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos. El detalle y la ubicación se presentarán en los Planes de Manejo Ambiental específicos.

A Optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción generada en la extracción de hidrocarburos para la autogeneración de energía eléctrica

El proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción para la autogeneración de energía eléctrica en la Facilidad Central de Producción - FCP, 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 las aguas de producción se realizará mediante el ciclo de generación de potencia conocido como Rankine orgánico. 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 (agua de producción).

El proceso se realiza en una unidad a flujo cerrado y comienza bombeando el fluido de trabajo a un evaporador (intercambiador de calor). El agua de producción a una temperatura promedio de 80 a 100° C, pasa a través del evaporador (intercambiador de calor), donde 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.

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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 326 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 aerofriador en forma de agua que puede ser aprovechada en otras actividades del campo.

Se reinicia, bombeando el fluido de trabajo desde el condensador o aerofriador al economizador con el fin de aumentar su temperatura y finalmente, en el evaporador comenzar nuevamente el proceso.

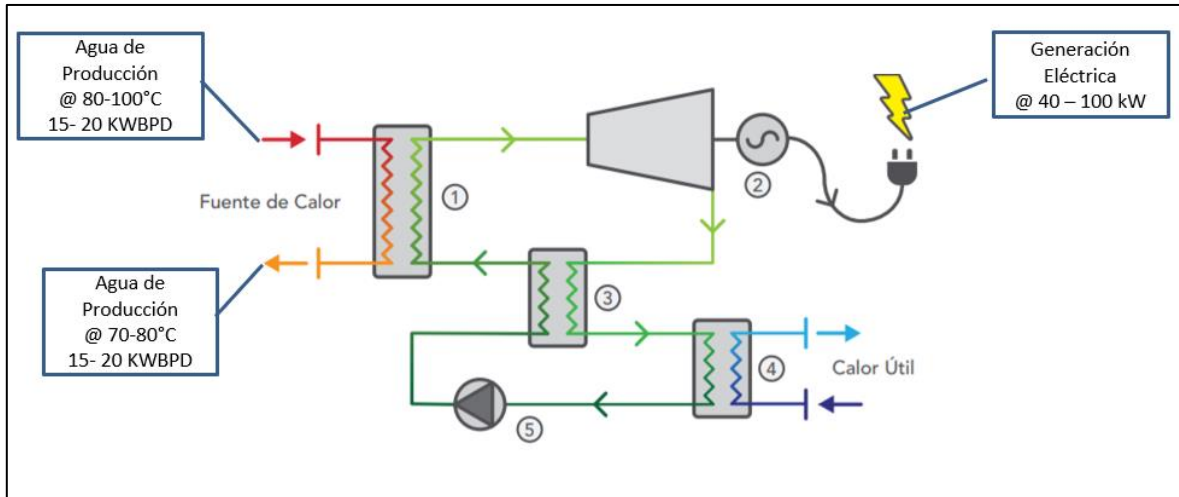
Es preciso mencionar que el ciclo de Rankine Orgánico permite la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de una fuente de calor de baja temperatura, sin consumos de combustibles adicionales, con beneficios medioambientales, al no generarse emisiones atmosféricas, ni vertimientos, teniendo en cuenta que este se realiza en una unidad a flujo cerrado.

Por otro lado, con esta tecnología los equipos, utilizan fluidos de trabajo, no tóxicos y no inflamables, con valores bajos de potencial de calentamiento global y cero potenciales de agotamiento de ozono. Los productos 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. Estos equipos tienen conexiones de fácil instalación.

Igualmente, 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.

En la **Figura 2-103** y **Figura 2-104** se presenta el esquema general del proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción para la autogeneración de energía eléctrica en la Facilidad Central de Producción - OTP y la unidad de optimización. De igual forma, en la **Tabla 2-107** se presentan los principales equipos de la unidad de optimización.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 327 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-103: Esquema general del proceso de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-104: Unidad de optimización del potencial calórico proveniente del agua de producción

Tabla 2-107: Principales equipos de la unidad de optimización

EQUIPOS PRINCIPALES DE LA UNIDAD		
Equipo	Cantidad	Función
(1) Evaporador (intercambiador de calor)	1	Realizar el intercambio de calor entre el agua de producción y el fluido de trabajo
(2) Turbina	1	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. La potencia eléctrica real generada 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.
(3) Economizador (intercambiador de calor)	1	Realizar intercambio entre el fluido de trabajo a la salida de la turbina con el fluido de trabajo a la entrada del evaporador

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 328 de 352
---	---	---	---------------------------------	--

EQUIPOS PRINCIPALES DE LA UNIDAD			
(4)	Aeroenfriador o condensador	1	Enfriar el fluido de trabajo
(5)	Bomba principal	1	Mover el fluido de trabajo desde el depósito hacia el evaporador y economizador
	Bomba Secundaria	1	Mover el fluido de trabajo hacia el aeroenfriador o condensador

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Cabe aclarar, que los sistemas de autogeneración en cada plataforma que podrán ser alimentados por Diesel, GLP y Fuel Oil no requieren el desarrollo de actividades constructivas y tampoco la instalación de una infraestructura específica para su instalación y operación. De igual forma, aplica para la central de generación eléctrica en la Facilidad Central de Producción. Además, los requerimientos de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales, que se proyecta utilizar para la generación de energía corresponden únicamente al tipo de combustible (Diesel, GLP y Fuel Oil) que utilizan los sistemas de autogeneración y la central de generación eléctrica en la Facilidad Central de Producción.

B Conexión a red eléctrica existente del sistema nacional

Para el desarrollo del proyecto área de desarrollo Llanos 94 se contempla la interconexión a las redes del sistema nacional que se encuentren cercanas al área de desarrollo Llanos 94 como:

- Línea de Transmisión a 110-115 kV o 220 kV.
- Otras redes.

De acuerdo con lo anterior, se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de 550,0 km de líneas eléctricas para conectar dieciocho (18) plataformas multipozo y la Facilidad Central de producción.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 329 de 352</p>
---	---	---	---	--

2.2.2.9 Construcción de líneas eléctricas

Para las actividades de explotación en el área de desarrollo Llanos 94, se requiere la construcción y operación de 550,0 km de líneas eléctricas de media y/o alta tensión entre las diferentes actividades puntuales (15 plataformas multipozo nuevas, tres (3) existentes y/o proyectadas y/o tres (3) facilidades de producción) en una configuración tipo anillo o espina de pescado que brinde confiabilidad en el sistema eléctrico,

I Alternativas de ubicación, trazado y posibles accesos

Se tiene previsto que a partir de la generación centralizada en las OTP, 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 media o baja tensión con longitudes que variarán de acuerdo a la ubicación final de los pozos y que se tenderán en la medida de lo posible paralelas a la vías de acceso correspondiente (existentes y a 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, para lo cual se establecerá un corredor de intervención con un ancho máximo de 15,0 m paralelos a las vías o 20,0 m a campo traviesa, para líneas de media y baja tensión obedeciendo las normas establecidas para este tipo de redes eléctricas. En la **Tabla 2-108** se presentan las longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar.

Tabla 2-108: Longitudes máximas de las líneas eléctricas a instalar dentro del área de desarrollo Llanos 94.

LÍNEA ELÉCTRICA	LONGITUD MÁXIMA DE CADA LÍNEA (Km)	PROPUESTAS PARA SU UBICACIÓN	DERECHO DE VÍA MÁXIMO (m)
Líneas eléctricas para conectar dieciocho (18) plataformas multipozo y tres (3) OTP definitiva	Se solicita la construcción, instalación, operación y mantenimiento de hasta 550,0 km de líneas eléctricas para conectar dieciocho (18) plataformas multipozo y tres (3) OTP definitiva (aproximadamente 25,0 km por trayecto)	Se ubicarán paralelos al DDV de las vías existentes, proyectada y campo traviesa (De acuerdo con los resultados de zonificación ambiental y de manejo ambiental).	15 m paralelo a vías o 20,0 m a campo traviesa (Intervención de 5,0 m de ancho)

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

En el diseño de los trazados de las líneas eléctricas, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y criterios:

- Tendrán una longitud máxima de 25,0 Km por cada una de las líneas de transmisión paralela a las vías y/o a campo traviesa;
- Se ubicará con base en los resultados de la zonificación ambiental y de manejo ambiental del proyecto y/o paralelas a las vías existentes y/o a construir;

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 330 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

c) Abarcarán un corredor máximo de intervención de 20,0 m a campo travesía o 15,0 m paralelo a las vías.

d) Pueden ser de tipo: aéreas o subterráneas.

En el diseño de los trazados de las líneas eléctricas, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y criterios:

- 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, zonas pantanosas, bosques, fallas geológicas y problemas por servidumbre.
- Las líneas podrán ser proyectadas de forma paralela a las vías (existentes y/o construir) o a campo travesías, a una distancia de acuerdo con las normas al respecto, con el fin de prevenir daños por accidentes de tránsito.
- 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 las líneas.
- 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 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 (si lo hay) y longitud del trazado que cruza la propiedad, para poder determinar correctamente las servidumbres. Además, se debe investigar, si la fumigación de cultivos se hace aérea o por otro sistema.
- 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 331 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 y 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.
- Evitar en la medida de lo posible, el paso de las líneas eléctricas por zonas con cobertura de bosque de galería y/o riparia. En los puntos de cruce con los cuerpos de agua 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 y/o riparia, 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 m.
- En caso de cruce con otras líneas eléctricas se tomará la altura en el cruce y la dirección de la misma.

II Especificaciones técnicas de las líneas a construir

Las líneas de transmisión del proyecto deberán ser construidas aplicando los estándares de ANSI, IEEE e IEC y demás normatividad vigente en el tema.

Las redes iniciarán en los pódicos de máximo 34,5 kV desde la subestación central de generación o de interconexión hacia los pozos; partiendo del nivel de tensión según la fuente disponible.

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 alta, 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 332 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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 (**Tabla 2-109**).

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 2-109: 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, 2013.

Para el caso de la subestación eléctrica, esta se compone de equipos híbridos para las bahías de 34,5 kV, Transformador de potencia 34,5/.480 kV – 4 MVA y Centro de potencia en Shelter conformado por tren de celdas de 36 kV. Para el proyecto se considera el desarrollo de los proyectos electromecánicos civiles y eléctricos, ingeniería, pruebas en fábrica y entrenamiento en sitio del sistema de protección y control.

Tabla 2-110: Características técnicas para la subestación eléctrica

ÍTEM	PARÁMETRO	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
1	Tensión nominal	36 kv
2	Frecuencia asignada	60 Hz
3	Numero de fases	3
4	Tensión asignada al equipo	34,5 kv
5	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo	45 kv

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 333 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

ÍTEM	PARÁMETRO	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
6	Corriente corto circuito	25kA @1 seg
7	Altura sobre el nivel del mar-msnm	≥ 1000 m
8	Transformador de potencia	4 MVA
9	Servicios auxiliares AC	480 Vac
10	Servicios auxiliares DC	125 Vdc
11	Distancia de fuga	25 mm/Kv
12	Diseño de la subestación	Barra sencilla

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

La subestación eléctrica estará compuesta por:

- Dos bahías compactas de línea tipo PASS M0 34.5 kV
- Una bahía compacta de transformación tipo PASS M0 34.5 kV
- Un transformador de potencia 4 MVA – 34.5/.480 kV
- Un centro de potencia equipado con:
 - Una celda de entrada de 34,5 kV
 - Dos celdas de salida de 34,5 kV
 - Una celda de medida de 34,5 kV
- Cargador de baterías
- Banco de Baterías
- Tablero de servicios auxiliares AC/DC
- Un transformador de servicios auxiliares, 75 kVA, aislado en aceite mineral, relación 34,5/0,48 kV

En general, toda la infraestructura eléctrica que será desarrollada estará acorde con las siguientes normas vigentes, prácticas recomendadas y leyes aplicables vigentes en el tema. En la **Tabla 2-111** se resumen los aspectos técnicos de las líneas eléctricas para el área de desarrollo Llanos 94.

Tabla 2-111: Especificaciones técnicas de las líneas eléctricas para el área de desarrollo Llanos 94.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	
TENSIÓN	Normalizadas como media tensión según Retie
LONGITUD DEL TRAZADO INCLUYENDO DDV	La longitud se evaluará en función de las plataformas a ser conectadas.
DERECHO DE VÍA	Ancho de DDV entre 10 y 20 mts
TIPO DE CABLE	<ul style="list-style-type: none"> - cables de cobre o ASCR desnudos ó 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	<ul style="list-style-type: none"> • Aéreos • Dirigidos • A cielo Abierto Nota: La elección del tipo de cruce dependerá del trazado de la línea que sea proyectada.
PRUEBA AISLAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas HiPot o VLF a cables • Prueba de resistencia de aislamiento y continuidad de Cables

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 334 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

- Resistencia de aislamiento a transformadores
- Prueba de rigidez dieléctrica de transformadores.
- Resistencia de puesta a tierra en subestaciones

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

III Métodos constructivos

A Subestación eléctrica

La distribución de energía eléctrica para plataformas y OTP ubicados dentro del área de desarrollo Llanos 94, será al nivel de 34,5 kv. La red de distribución comienza en la subestación de la Facilidad Central de producción, que puede ser: o una subestación interconectada al sistema eléctrico nacional o privada para bajar a 34,5 KV; o a una subestación elevadora que arranque desde un nivel de voltaje de 480 V para aumentar a 34,5 kv.

La distribución de energía eléctrica en el área de desarrollo Llanos 94, se realiza mediante líneas aéreas de máximo 34,5 kV que parten de central de generación o sub-estación eléctrica ubicada en cada OTP. Las mismas tienen conductores de aleación de aluminio de secciones de 4/0 AWG para ramales principales y 1/0 AWG para las derivaciones, esto dependerá del consumo de cada línea eléctrica.

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 actualmente en el área de desarrollo Llanos 94 o según las normativas vigentes colombianas.

B Tendido eléctrico

El suministro de energía será al nivel de 34,5 kv para distribución. La red de distribución comienza en la subestación eléctrica para aumentar la potencia eléctrica de 0,480 kv a 34,5 kv en el Centro Principal, ubicado en una de las OTP.

La distribución de energía eléctrica en el área de desarrollo Llanos 94, se realiza mediante líneas aéreas de máximo 34,5 kV que parten de central de generación ubicada en la OTP. Las mismas tienen conductores de aleación de aluminio de secciones de 4/0 AWG para ramales principales y 1/0 AWG para las derivaciones, esto dependerá del consumo de cada línea eléctrica.

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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 335 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Estas líneas serán construidas siguiendo el diseño electromecánico de las instalaciones del área de desarrollo Llanos 94.

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.

En las actividades puntuales, la distribución de energía a los equipos, se realizará por bajantes individuales con seccionadores fusibles como elemento de maniobra y protección.

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 de las siguientes especificaciones: 1350,0 m/kg, altura aproximada de 14,0 m, diámetro base de 41,0 cm aproximadamente, diámetro cima de 20,0 cm aproximadamente, carga de diseño 1350/450 kg aproximadamente, y peso 1860,0 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 50,0 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 18,0 m o 23,0 m, que podrían estar distanciadas entre 120,0 m y 140,0 m, en caso de requerirse.

Igualmente, se deberán considerar las siguientes etapas:

- **Puesta a tierra de los postes:** considerando que habrán estructuras con dos postes y otras con cuatro 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 336 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- **Centrada y aplomada del poste:** después de hincado el poste se le colocarán cuatro 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 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.

A continuación, se puntualizan algunas especificaciones técnicas de las líneas de media tensión aéreas y subterráneas.

❖ Líneas de media tensión aéreas

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 ACSR.

❖ 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 ACSR. Los calibres utilizados normalizados son los relacionados en la **Tabla 2-112** y dependen de la capacidad de corriente a transmitir.

Tabla 2-112: Calibres recomendados para cables desnudos

Líneas a 34,5 kV-13,2 kV			
AAAC (IEC)		ACSR (ASTM)	
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	62,36 mm ²
40 mm ²	46,5 mm ²	2 AWG	39,23 mm ²

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

El neutro para líneas trifásicas de Media Tensión se dimensiona con un calibre inferior al de las fases utilizándose los siguientes: 4/0, 2/0, 1/0, 2 y 4 AWG ó 100, 63 y 40 mm².

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 337 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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.

A continuación en la **Tabla 2-113** se señalan las recomendaciones para las separaciones entre conductores normalizadas para ser usadas en la construcción de líneas de distribución primaria.

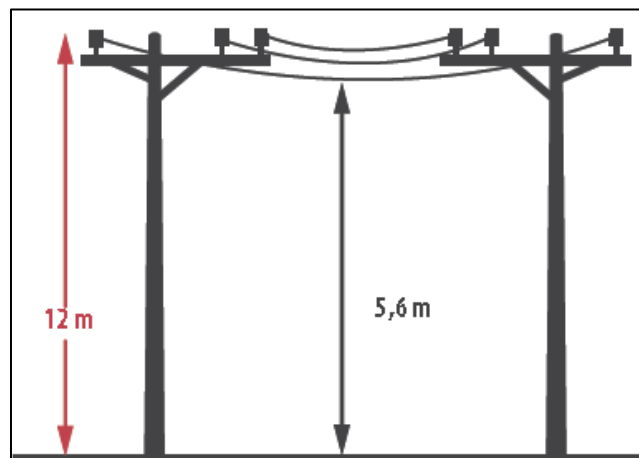
Tabla 2-113: Separación entre conductores recomendadas

Luz en metros (Vano) Separación mínima (m)	Luz en metros (Vano) Separación mínima (m)
Hasta 200	0,70
Entre 200-300	0,90
Entre 300-500	1,45
Entre 500-650	1,63
Entre 650 -1000	2,00

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Las crucetas para las redes desnudas serán mínimo 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 34,5 kV debe haber una distancia superior a 5,6 m desde el suelo y el conductor energizado más cerca al suelo como se muestra en la **Figura 2-105**.



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-105: Distancia entre líneas eléctricas al suelo según tabla 13.5 RETIE.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 338 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Para la distancia entre conductores energizados a bacones, techos, estructuras, zonas arborizadas, etc., se tendrá en cuenta el numeral 13 del RETIE, teniendo en cuenta que las distancias verticales y horizontales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

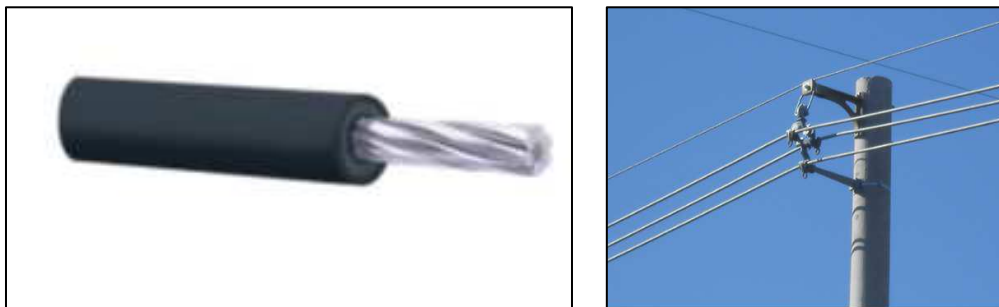
Toda línea de transmisión con tensión nominal igual o mayor a 57,5 kV, debe tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía. Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas 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 se especificaran en cada PMA de los proyectos puntuales a desarrollar.

❖ Redes semiaisladas y compactas

El cable semiaislado o recubierto consiste de 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 (**Figura 2-106**).

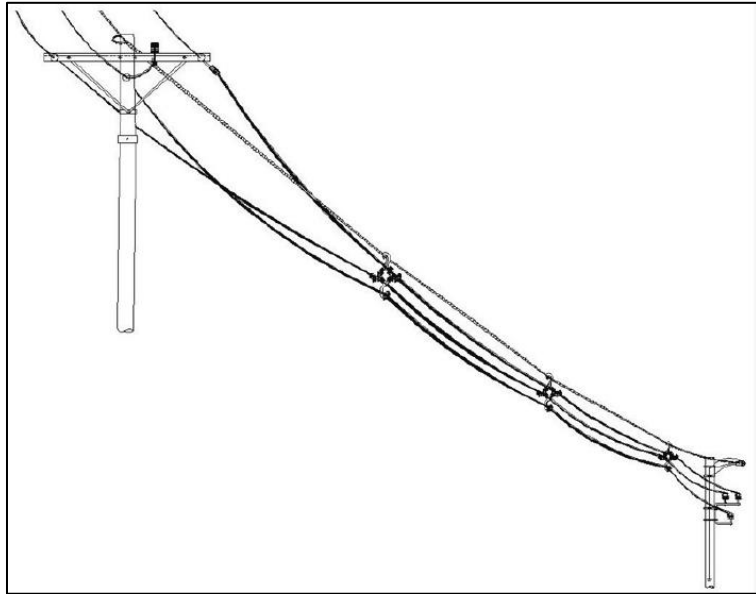


Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-106: Cable semi aislado y espaciador de cable

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 339 de 352</p>
---	---	---	---	--

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 (**Figura 2-107**).



Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Figura 2-107: Instalación de espaciadores

El neutro se tenderá como cable de guarda o mensajero en zona rural y este podrá ser en cable de acero 5/8" y estará ubicado por encima de los conductores de fase. En largos tramos de red, es recomendable intercalar estructuras de retención aproximadamente cada 500 m, buscando asegurar una mayor confiabilidad mecánica de la red y facilitando la construcción o eventual cambio de conductores; así mismo, el neutro estará conectado a tierra como máximo cada 500 metros por medio de varillas de cobre de 5/8" x 2,4m y en finales de circuito. La bajante a tierra se hará con alambre de cobre de calibre mínimo 2 AWG, conectado al neutro de la línea mediante conector bimetálico y protegido en su parte inferior con tubo conduit metálico de 1/2", sujetado al poste con cinta band-it. El neutro es aterrizado en cada transformador de distribución. El neutro secundario es también aterrizado en el transformador de distribución y en las acometidas de las cargas.

Los detalles adicionales para la construcción de líneas de media tensión aéreas en cuanto a: Estructuras para redes, detalles de las subestaciones, malla a tierra y pórticos, equipos, protecciones y seccionamiento, se encuentran en el Anexo. Técnico/Estándar para líneas eléctricas.

<p>ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.</p>	<p>REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal</p>	<p>Fecha: Agosto de 2021</p>	<p>CAPITULO 2 Página 340 de 352</p>
---	---	---	---	--

C Líneas de media tensión subterráneas

Solamente se admiten ductos 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.

Tabla 2-114: Dimensiones de ductos recomendados según nivel de tensión.

Tensión fase – fase (v)	Diámetro de ducto a utilizar
0 a 600	Mínimo Φ 88 mm (3")
601 a 34500	Φ 150 mm (6") – 1 circuito trifásico por cada ducto
34501 a 57500	Φ 100 mm (4") – 1 hilo por cada ducto

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

❖ Cables directamente 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 o MC-HL, EPR, 105 °C, cable tray use, Sunlight resistant, direct burial, marca Okonite, General cable u homologado.

❖ Características de las 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.

Excepción: Cuando el terreno que sirve como asentamiento del cable sea libre de rocas o cualquier material que pueda causar daños a la chaqueta del cable.

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. Una vez instalados los ductos, las zanjas serán rellenas 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 341 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

❖ Profundidad de la canalización

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.

Tabla 2-115: Profundidad mínima de enterramiento de redes eléctricas.

Tensión fase – fase (v)	Profundidad Ducto (m.)	Profundidad conductor enterramiento directo (m)
Alumbrado público	0,50	0,50
0 a 600	0,60	0,60
601 a 34500	0,75	0,95
34501 a 57500	1,00	1,20

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

Con respecto 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 0.10 m 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 (ver figura 3 de referencia).

Los detalles adicionales para la construcción de líneas de media tensión subterráneas en cuanto a: empalmes, subestaciones, malla a tierra, equipos, protecciones y medios de aislamiento, se encuentran en el Anexo. Técnico/ Estándar para líneas eléctricas.

IV Instalaciones de apoyo (campamentos, talleres y otros)

Para la construcción de las líneas eléctricas, se tendrán los campamentos principales ubicados dentro de las plataformas multipozo al interior del área de desarrollo Llanos 94. En estos mismos sitios se realizará el acopio de los materiales de construcción, postes y equipos requeridos para las diferentes labores.

No será necesario adecuar campamentos para vivienda del personal en otros sitios diferentes, ya que el personal no calificado a contratar corresponderá a habitantes del área de influencia, de tal forma que diariamente los trabajadores regresarán a sus correspondientes casas. El personal calificado se alojará en las plataformas en sus campamentos acondicionados.

Los equipos empleados en la construcción de las líneas eléctricas, se localizarán a lo largo del corredor y permanecerán allí mientras dure la instalación de las líneas. Los sitios de acopio temporales estarán al aire libre y se localizarán en el derecho

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 342 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

de vía de cada línea eléctrica. Es importante señalar, que para la construcción y operación de las diferentes líneas eléctricas, no se proyecta la construcción de accesos, ya que el movimiento de maquinaria, personal, tubería, materiales y equipos, se efectuará por los mismos derechos de vías establecidos para cada línea eléctrica ya sea paralela a las vías de acceso o a campo traviesa.

No se adecuarán zonas como talleres para el arreglo y mantenimiento de la maquinaria y/o equipos necesarios para las líneas eléctricas; en caso de requerirse su mantenimiento se efectuará en plataformas existentes o en la cabecera municipal más cercana, que corresponde a Ibagué.

V Volumen estimado de cortes y rellenos

En general, el área de desarrollo Llanos 94 se caracteriza por presentar una topografía plana, sin existencia de sitios especiales que requieran el manejo de pendientes considerables. 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. No obstante, se estima para cada poste un volumen de 0,16 m³ material de excavación.

VI Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

El área de influencia del proyecto se destaca por la presencia de fincas con grandes extensiones de tierra, las cuales se dedican a la ganadería y cultivos, por lo tanto, con la construcción de líneas eléctricas no se intervendrá ninguna infraestructura social, cultural o económica de la región; igualmente, estas se plantean paralelas a las vías existentes y/o a construir.

De igual forma, en las Unidades Territoriales Menores del proyecto área de desarrollo Llanos 94, no se prevé afectar población en la etapa de construcción y desarrollo ni por sus diversas actividades, por lo tanto, no se realizará reasentamiento de población. Sin embargo, Parex, tendrá en cuenta las restricciones establecidas en el Capítulo 3.6 de Zonificación Ambiental.

VII Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas para las líneas eléctricas de media tensión.

En cuanto a emisión de gases, estos son producidos por el consumo de combustible líquido (ACPM) por maquinaria pesada para carga y circulación de vehículos transportadores de recursos o personal.

Cada uno de estos equipos emisores de gases, de desgasificación y/o combustión interna, estarán sincronizados y revisados tecno-mecánicamente para que los niveles de las emisiones sean reducidos y no alcancen valores significativos. Para lograrlo se requiere que el personal encargado del mantenimiento realice

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 343 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

revisiones rutinarias para prevenir y corregir cualquier anomalía en el buen funcionamiento de los equipos, garantizando que la combustión expulse la mínima cantidad de CO₂ y gases tóxicos a la atmósfera, minimizando las emisiones. Por otro lado, no se espera la generación de material particulado durante la etapa constructiva, ya que no se requiere movimiento de tierras grandes, donde para las líneas eléctricas requiere excavaciones puntuales para el hincado de las torres y postes de energía.

VIII Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles para las líneas eléctricas de media tensión

En la etapa de construcción, la única fuente generadora de ruido será la maquinaria pesada, al estar en funcionamiento a lo largo de los corredores.

IX Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para las líneas eléctricas de media tensión

Para el desarrollo de las actividades de montaje, anclaje y tendido de las líneas eléctricas, se requieren los siguientes equipos y maquinaria:

- Grupo electrógeno.
- Transformadores de potencia.
- Celda de control, protección y medida.
- Reconectores.
- Banco de condensadores.
- Seccionadores.
- Descargadores de sobre-tensión.
- Transformadores de distribución para pozos.
- Estación total y equipo de topografía.
- Motosierra y estacas.
- Vibradores de gasolina, formaletas metálicas y herramienta menor-
- Malacate motorizado, pluma y herramienta menor.
- Equipo de topografía, equipo de tendido: malacate y freno.

En la **Tabla 2-116** se presenta la mano de obra requerida para la construcción de una línea eléctrica de 15 km.

Tabla 2-116: Requerimiento aproximado de mano de obra para una línea eléctrica de 15 km.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 344 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



MANO DE OBRA	PERSONAL	TOTAL, DE PERSONAS
Calificada	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
	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		21
No calificada	Almacenista.	6
	Dos (2) celadores.	10
	Cuadrilla de cuatro (4) personas para labores varias.	24
TOTAL, MANO DE OBRA NO CALIFICADA		40

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

X Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades para las líneas eléctricas de media tensión

Las actividades previstas para la instalación de las redes eléctricas se podrán desarrollar simultáneamente en varios sectores del área de desarrollo Llanos 94. El cronograma general para la construcción de líneas eléctricas es de aproximadamente 10,0 km de longitud en promedio y se presenta en la **Tabla 2-117**.

Tabla 2-117: Cronograma de actividades tipo.

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diseño líneas eléctricas de media tensión.												
Negociación de servidumbres y adquisición de predios.												
Replanteo.												
Ahoyada e hincada.												
Montaje estructuras.												
Tendido de cables.												
Tensionado de cables.												
Pruebas.												

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

XI Actividades de mantenimiento

Las líneas deberán contar con celdas de máximo 34,5 kV, para control y protección, la cual tendrá interruptor y relé para protección por sobre corriente de fase y de tierra. Para la protección contra descargas atmosféricas la línea además del respectivo cable de guarda, deberá contar con pararrayos con su respectivo sistema de puesta a tierra y a las entradas y salidas.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 345 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

2.2.3 Abandono y restauración final

En el **Capítulo 10** del presente EIA, se expone detalladamente las acciones y medidas a aplicar durante la etapa de abandono y desmantelamiento para todas las actividades del proyecto, y se destacan las principales acciones a continuación.

Una vez terminado el desarrollo de las actividades operativas definiendo el cierre y abandono del área de desarrollo Llanos 94, PAREX se plantea procedimientos para la restauración y abandono de equipos, recuperación de áreas intervenidas y cierre del plan de gestión social de acuerdo a 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 Llanos 94 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 los mismos 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 reconfiguración 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 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 abandono 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.

2.2.3.1 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

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 346 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

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:

I Pozo productor

En caso de que los pozos sean productores, se instalará el sistema de bombeo y se contará con el contrapozo cementado que posea una capacidad de almacenamiento suficiente para contener un posible derrame. Si se requiere de un sistema de levantamiento artificial se procederá a retirar el equipo de perforación, dejando solo lo necesario para el sistema de levantamiento, se ubicará sobre placas de concreto y cumplirá con todas las normas para prevenir contaminación.

Entre las principales medidas de manejo que deben tenerse en cuenta en la adecuación definitiva para cada pozo productor se tienen, entre otras:

- Cerramiento y aislamiento de la plataforma.
- Sistemas de segregación y captación de aguas contaminadas o no contaminadas.
- Colocación de los equipos dentro de casetas cuando lo requieran. Debe colocarse un sistema de canales colectores a las cubiertas, de manera que mediante bajante se descarguen las aguas lluvias hacia la zona de pastos aledaños y se eviten las salpicaduras de aguas lluvias a la plataforma de cada pozo.

II 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 locación, 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 347 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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 cespedón 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 la vía de acceso, deberá concertarse con el propietario del predio, a través de gestión social el futuro y destino de la vía.

2.2.3.2 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 348 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

- 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 a 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 al tipo de suelo, condiciones ambientales, pendiente y estabilidad

2.2.3.3 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 reconformación se suaviza la forma del terreno intervenido. Para la recuperación se construyen obras de protección geotécnica. Posteriormente se revegetalizan las áreas intervenidas.

I Desmantelamiento de tuberías superficiales

En la

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 349 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

Tabla 2-118 se presenta el procedimiento para el desmantelamiento de los ductos superficiales.

Tabla 2-118: 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.
	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.
Limpieza interna	Definir los sitios, temporal y final, de acopio de tubería
	En caso de ser necesario, se procede a correr raspadores impulsados con aire o agua, para efecto de limpieza interna de la tubería.
Adecuación de la franja para el desplazamiento de los equipos	Definir el programa de manejo de las aguas residuales y/o residuos sólidos
	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.
Desmontaje de la tubería	El acceso de los equipos siempre debe hacerse por la franja seleccionada.
	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.
Transporte a sitios de acopio	En esta actividad también se retiran las estructuras de apoyo, anclajes, puentes, válvulas, estructuras de apoyo, soportes en concreto, marcos H y demás accesorios.
	Las vías y sitios de acopio a utilizar serán estrictamente los seleccionados y autorizados.
Reconformación y recuperación del área	Los equipos deben cumplir con las especificaciones de seguridad industrial de la compañía operadora.
	Refirar las obras provisionales.
	Empradización de áreas intervenidas.
	Rehabilitar las áreas utilizadas.

Fuente: Parex Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

II Desmantelamiento de tuberías enterradas

En la **Tabla 2-119** se presenta el procedimiento para el desmantelamiento de los ductos sub-superficiales.

Tabla 2-119: 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.
Apiques para Localización de Tubería	Definir los sitios, temporal y final, de acopio de la 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.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 350 de 352
--	--	--	---------------------------------	--

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Adecuación de zonas de tránsito y trabajo dentro del derecho de vía	Desmante 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.
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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

2.2.3.4 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** del presente documento.

2.2.3.5 Personal estimado

En la **Tabla 2-120** se relaciona el personal estimado para las actividades de abandono y recuperación ambiental.

Tabla 2-120: 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 Resources Colombia LTD Sucursal, 2021.

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 351 de 352
--	--	--	---------------------------------	--



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PARA
EL ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 94.**



CAPÍTULO 2

ELABORADO POR: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	REVISADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	APROBADO POR: Parex Resources Colombia LTD Sucursal	Fecha: Agosto de 2021	CAPITULO 2 Página 352 de 352
--	--	--	---------------------------------	--