ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
4.3 Vertimientos

S.G.I. S.A.S.
Consultoría e Ingeniería

CONTENIDO

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 1
4.3 VERTIMIENTOS 1
4.3.1 Aguas residuales domésticas 1
4.3.1.1 Caracterización típica esperada de aguas residuales doméstica 2
4.3.1.2 Caudal de agua residual doméstica 2
4.3.1.3 Generación de aguas residuales domésticas 2
4.3.1.4 Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas 3
4.3.1.4.1 Aguas domésticas negras 3
4.3.1.4.1.1 Procesos llevados a cabo dentro del sistema de tratamiento 3
4.3.1.4.2 Aguas domésticas grises 4
4.3.1.4.3 Fitoevaporadores (aguas residuales domésticas) 6
4.3.1.4.4 Otras alternativas 8
4.3.1.5 Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas 8
4.3.1.6 Disposición final de las aguas residuales domésticas 10
4.3.1.6.1 Actividades de recirculación 10
4.3.2 Aguas residuales no domésticas (industriales) 10
4.3.2.1 Caracterización típica esperada de aguas residuales no doméstica (Industrial) 11
4.3.2.2 Caudal de agua residual no doméstica (industrial) 11
4.3.2.3 Generación de aguas residuales no domésticas (industriales) 12
4.3.2.4 Manejo y tratamiento de aguas residuales no domésticas (industrial) 12
4.3.2.4.1 Frac Tank o tanques australianos 12
4.3.2.4.2 Sistema de deshidratación (Dewatering) 13
4.3.2.4.3 Ósmosis inversa 15
4.3.2.4.4 Trampa de sólidos y aceites (SKIMMER) 16
4.3.2.4.5 Cunetas perimetrales - Desarenadores 17
4.3.2.4.6 Piscinas de tratamiento 17
4.3.2.4.7 Sistema de Tratamiento de Aguas de Producción - STAP 18
4.3.2.5 Disposición final de las aguas residuales no domésticas (industrial) 19
4.3.2.5.1 Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A. y/o terceros autorizados 21
4.3.2.5.2 Actividades de recirculación 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Características típicas esperadas de aguas residuales domésticas no tratadas 2
Tabla 4-2 Volumen de agua residual domestica estimada para el proyecto 2
Tabla 4-3 Etapas en las que se generará agua residual doméstica área de desarrollo Bucare 3
Tabla 4-4 Manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas 7
Tabla 4-5 Mantenimientos a los sistemas de tratamientos de aguas residuales domésticas 8
Tabla 4-6 Características típicas esperadas de aguas residuales no domésticas- (industrial) 11
Tabla 4-7 Volumen de agua residual estimada para el proyecto 11
Tabla 4-8 Etapas en las que se generará agua residual no doméstica 12

Tabla 4-9 Sistema de deshidratación (Dewatering) 13
Tabla 4-10 Manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales no domésticas (industriales) 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Esquema básico de una trampa de grasas 5
Figura 4-2 Tratamiento de aguas residuales diagrama del Sistema Dewatering 14
Figura 4-3 Esquema de tratamiento por osmosis inversa 15

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4-1 Planta de tratamiento tipo compacta 4
Fotografía 4-2 Frac Tank 12
Fotografía 4-3 Tanques australianos 12
Fotografía 4-4 Diseño básico de desarenadores 17

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

4.3 VERTIMIENTOS

De conformidad con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en particular en el artículo 2.2.3.3.1.3 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), se entiende por vertimiento toda descarga final de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido hacia un cuerpo de agua superficial, el sistema de alcantarillado o el suelo. Este tipo de descargas debe contar con la respectiva autorización por parte de la autoridad ambiental competente y cumplir con los parámetros mínimos de calidad exigidos, con el fin de prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales y evitar la alteración del medio receptor.

En el marco del proyecto objeto del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Área de Desarrollo Bucare, no se contempla la realización de vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales ni al suelo. En consecuencia, el presente capítulo se orienta a describir las características, el manejo y los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD) generadas por el proyecto, así como los procesos de optimización asociados a su gestión y disposición final. Asimismo, se presenta el cálculo del caudal estimado de aguas residuales a generar y manejar, el cual podrá variar en función de las actividades desarrolladas y de los consumos de agua proyectados para cada etapa del proyecto.

Dentro de las alternativas de gestión previstas para las ARD y ARnD generadas en las diferentes actividades del proyecto se incluyen, entre otras, el manejo de aguas residuales domésticas, el manejo de aguas residuales no domésticas, la recirculación, el reúso y la entrega a terceros debidamente autorizados. El detalle de estas medidas, junto con sus lineamientos técnicos y operativos, puede ser consultado en la ficha de manejo del medio abiótico, específicamente en la Ficha 7.1.2.5 – CGU_PM_AB_13 “Manejo de aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD)”, incluida en el Capítulo 7.1 PMA Abiótico del EIA del Área de Desarrollo Bucare.

4.3.1 Aguas residuales domésticas

De acuerdo con lo consignado en la Resolución 631 de 2015, las Aguas Residuales Domésticas **(ARD),** son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios.

2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

Estas se clasifican en:

- ✓ **Aguas negras:** caracterizadas por una alta carga de materia orgánica, sólidos suspendidos y disueltos, compuestos nitrogenados y presencia de coliformes.

- ✓ **Aguas grises:** provenientes de actividades de lavado y aseo, con elevadas concentraciones de grasas, detergentes, fosfatos, alcalinidad y demanda química de oxígeno (DQO).

4.3.1.1 Caracterización típica esperada de aguas residuales doméstica

En la **Tabla 4-1** se establecen las características típicas esperadas de las aguas residuales domésticas a generar por el proyecto, esta caracterización típica de las aguas residuales domésticas se tomó proyectos exploratorios del sector hidrocarburos.

Tabla 4-1 Características típicas esperadas de aguas residuales domésticas no tratadas

VARIABLE	UNIDADES	VALOR
Sólidos totales	mg/l	1005
Sólidos disueltos totales	mg/l	545
Sólidos suspendidos totales	mg/l	560
Sólidos sedimentables	mg/l	10
Carbono orgánico total	mg/l	329
DBO	mg/l	854
DQO	mg/l	1300
Nitrógeno total	mg/l	306,8
Conductividad	µS/cm	2060
Tensoactivos	mg/l	1,68
Nitritos	mg/l	0,122
Nitratos	mg/l	<1,5
Fósforo total	mg/l	27,06
Dureza total	mg/l	39,8
Hidrocarburos totales	mg/l	13,9
Turbiedad	NTU	450
Ortofosfatos	mg/l	17,06
Alcalinidad	mg/l	941,66
Aceite y Grasas	mg/l	104,6
Coliformes totales	NMP/100 ml	115300000
Coliformes fecales	NMP/100 ml	18500000

Fuente: Plataforma del pozo exploratorio Lorito, 2020.

4.3.1.2 Caudal de agua residual doméstica

De acuerdo con los consumos de agua estimados para el proyecto (ver Capítulo 4.1 Aguas superficiales, numeral 4.1.2 Caudal de agua solicitado), se calcula el caudal de agua residual doméstica, entendido como el volumen de agua que retorna tras las actividades de uso doméstico. Para este cálculo, se aplica el producto entre la demanda de agua y el coeficiente de retorno, asumiendo un valor del 85%, conforme a lo establecido en el Título D del RAS 2000.

Como resultado, en la **Tabla 4-2** se presenta el caudal de agua residual doméstica estimado para el proyecto.

Tabla 4-2 Volumen de agua residual domestica estimada para el proyecto

USO	DEMANDA (L/s)	AGUA RESIDUAL (L/s)	ETAPAS
Doméstico	0,24	0,204	Construcción de infraestructura, operación, desmantelamiento, abandono y restauración y actividades transversales

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.1.3 Generación de aguas residuales domésticas

Durante la ejecución del proyecto se generarán aguas residuales de tipo doméstico, provenientes de las unidades sanitarias, los campamentos y el casino (estos dos últimos asociados específicamente

a la etapa de operación específicamente durante la perforación), así como de las oficinas y demás áreas de apoyo. Por tal motivo, es necesario establecer con claridad los procedimientos para su manejo, almacenamiento y disposición, los cuales se describen a lo largo del presente capítulo.

En la **Tabla 4-3** se indican las etapas del proyecto en las que se generarán aguas residuales domésticas.

Tabla 4-3 Etapas en las que se generará agua residual doméstica área de desarrollo Bucare

ETAPA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Pre-operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	X
Actividades transversales	X

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.1.4 Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas se clasifican en aguas negras, provenientes de los baños portátiles y baterías sanitarias, y aguas grises, generadas en lavamanos, lavaplatos y duchas de los campamentos temporales o provisionales asociados a las diferentes actividades del proyecto en sus distintas etapas. Estas corrientes deberán ser manejadas y dispuestas conforme a lo descrito a continuación.

4.3.1.4.1 Aguas domésticas negras

El tratamiento de aguas negras generadas durante las diferentes etapas del proyecto (constructiva, operación, desmantelamiento, abandono y restauración, así como en las actividades transversales), se realizará mediante el uso de una planta de tratamiento de agua residual de tipo compacta de lodos activados, en un proceso que se compone de los siguientes pasos : aireación (utiliza las bacterias que naturalmente se encuentran en el agua servida), clarificación (separación del lodo bacteriano del agua tratada), desinfección (elimina la presencia de cualquier bacteria viva antes de que el efluente sea descargado).

4.3.1.4.1.1 Procesos llevados a cabo dentro del sistema de tratamiento

i. **Filtración gruesa**: A medida que el afluente entra a la unidad de tratamiento de aguas residuales, pasa a través de un colador de barra. Este tamiz retendrá cualquier residuo grueso tal como trapos, bolsas plásticas, etc., evitando que entren al sistema.

ii. **Aireación:** Después que las aguas servidas pasan a través del tamiz, en el compartimiento de aireación, éstas se mezclan con el líquido que contiene una concentración de bacterias aerobias (contenidas en forma natural en las aguas servidas) muy activas, que comienzan a consumir el material de desecho orgánico de las aguas residuales. El aire se proporciona al líquido a través de los difusores, lo que apoya las actividades de las bacterias aerobias. El aire proviene de las instalaciones del lugar o del propio ventilador de la planta compacta.

iii. **Clarificación y decantación**: El líquido desplazado fluye al compartimiento de clarificación donde el líquido se aquieta para permitir que el lodo flocule y decante en el fondo.

iv. **Desinfección:** Este compartimiento permite que el líquido pase a través de una mezcla de cloro o a través de un sistema ultravioleta. El líquido se mantiene en este compartimiento hasta eliminar todas las bacterias que pasaron a través de los compartimientos anteriores.

En la **Fotografía 4-1** se observa una planta de tratamiento tipo Red-Fox, comúnmente utilizada para el tratamiento de aguas negras.



Fotografía 4-1 Planta de tratamiento tipo compacta
Fuente: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2Fmultiorient%2Fposts%2Fconstrucci%25C3%25B3n-y-alquiler-de-equipos-para-la-industria-petrolera-planta-de-tratami%,2025

Las aguas residuales domésticas generadas en baños portátiles durante todas las etapas del proyecto (incluyendo construcción, operación (perforación, facilidades de producción e inyección, energía y mantenimiento), desmantelamiento, abandono y restauración, así como en las actividades transversales) serán gestionadas exclusivamente por el proveedor del servicio o terceros autorizados. Dichos gestores deberán acreditar permisos vigentes ante la autoridad competente para la recolección, transporte y disposición final de estos residuos.

4.3.1.4.2 Aguas domésticas grises

Las aguas grises generadas en lavamanos, lavaplatos y duchas de los campamentos temporales o provisionales, asociadas a las diferentes etapas del proyecto (constructiva, operación, desmantelamiento, abandono y restauración, así como a las actividades transversales), no son conducidas a la planta tipo Red Fox. En su lugar, estas aguas son sometidas a un pretratamiento mediante una trampa de grasas, conformada por pequeños tanques de flotación en los cuales la grasa asciende a la superficie y queda retenida, mientras que el agua clarificada se descarga por la parte inferior (ver **Figura 4-1**).

Esta unidad no requiere componentes mecánicos y su diseño es similar al de un tanque séptico. Debe ubicarse lo más cerca posible de la fuente de generación de aguas grises y aguas arriba de cualquier otra unidad que dependa de este proceso, con el fin de prevenir obstrucciones, acumulación de grasas en las tuberías, adherencias, afectaciones en las unidades posteriores del tratamiento y generación de olores. Independientemente de su ubicación, se deben garantizar condiciones que favorezcan la adecuada retención y remoción de grasas.

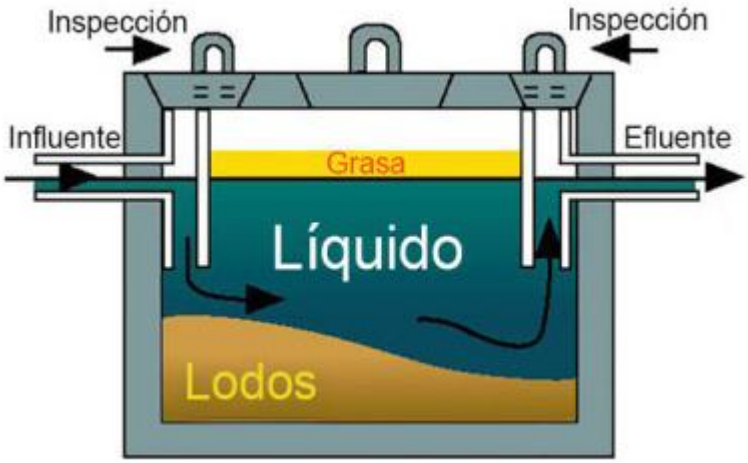


Figura 4-1 Esquema básico de una trampa de grasas
Fuente:https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsaneamientoambiental.co%2Ftrampasdegrasa%, 2025

Deben colocarse elementos controladores de flujo en las entradas para protección contra sobrecargas o alimentaciones repentinas. El diámetro del tubo entrada debe ser mínimo de 2" y el de la salida de 4". El extremo final del tubo de entrada debe estar sumergido por lo menos 0,15 m. Para que el tubo de salida haga la recolección debe localizarse mínimo a 0,15 m del fondo del tanque y con una sumergencia de por lo menos 0,9 m.

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, en términos de operación y mantenimiento, las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo.

Estas unidades deben ser dotadas de las siguientes características:

- Capacidad suficiente de acumulación de grasa entre cada operación de limpieza
- Condiciones de turbulencia mínima suficiente para permitir la flotación del material.
- Dispositivos de entrada y salida convenientemente proyectados para permitir una circulación normal del afluente y el efluente.
- Distancia entre los dispositivos de entrada y salida, suficiente para retener la grasa y evitar que este material sea arrastrado con el efluente.
- Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

Cabe mencionar que el efluente de las plantas de tratamiento de lodos activados y de las trampas de grasas se almacenará en tanques portátiles y luego se integrará al sistema de tratamiento de los residuos industriales de la perforación (mezcla lodos, cortes y aguas industriales) para posteriormente entregarlos a terceros que cuenten con los permisos ambientales para su disposición, es posible que esta entrega se realice a terceros también para su tratamiento.

Las aguas grises provenientes de los baños portátiles de las etapas de construcción de infraestructura, operación, desmantelamiento, abandono y restauración y actividades transversales serán gestionadas por el proveedor de los servicios de baños portátiles o con terceros autorizados que son aquellos que cuentan con las autorizaciones vigentes otorgadas por las Autoridades

competentes en este caso, para el recibo, transporte, recolección, manejo y/o gestión de agua residual.

4.3.1.4.3 Fitoevaporadores (aguas residuales domésticas)

Como parte del tratamiento de las aguas residuales domésticas, tanto negras como grises previamente tratadas, se considera también, el uso de fitoevaporadores, el cual consiste en instalaciones de fitodepuración o humedales horizontales de flujo subsuperficial como un sistema de depuración que aprovechan las propiedades naturales que poseen las plantas acuáticas. Estas son las encargadas de suministrar oxígeno a las bacterias encargadas de la depuración. Por ello, este sistema no consume electricidad. Estos sistemas tienen gran capacidad de eliminación de nitrógeno, fósforo, DQO, DBO y sólidos en suspensión.

Los fitoevaporadores se consideran como una actividad de eficiencia tecnológica en el manejo de aguas residuales domésticas, en el marco de la normatividad de economía circular (Contenida en el CONPES 3934 – Política de Crecimiento Verde, así como la Estrategia Nacional de Economía Circular, en concordancia con las Resoluciones 0472 de 2017, 1407 de 2018, Resolución 0316 de 2018), es una estrategia que pretende la implementación de actividades propias de economía circular enfocada en la reducción/eliminación del impacto que ocasiona el vertimiento de aguas residuales domésticas.

Según el artículo 180 de la resolución 0330 de 2017, el tiempo de retención hidráulica normalmente se encuentra alrededor de 5 días, la relación largo-ancho de 3:1 a 4:1, las profundidades para sistemas de flujo superficial de 0,30 a 0,60 m y 0,1 a 0,45 para flujo sumergido. Se deberá contar con la impermeabilización del suelo mediante una capa de arcilla o empleando geomembranas. A continuación, se presentan las generalidades del proceso:

En este tipo de sistemas no existen problemas de malos olores, mosquitos u otros insectos ya que las aguas residuales discurren por debajo de la superficie, existen varios tipos de fitoevaporadores, como:

- **Fitoextracción:** Proceso por el cual, los contaminantes metálicos y orgánicos del suelo, son absorbidos directamente por las plantas e incorporados a su biomasa.
- **Fitovolatización:** Proceso por el cual las plantas y la actividad microbiana asociada, a través de enzimas especializadas, pueden transformar, degradar y finalmente volatilizar las contaminantes desde el suelo.
- **Fitodegradación:** Proceso por el cual las plantas toman el contaminante y lo metabolizan transformándolo en un material sin riesgos para el medio.
- **Rizodegradación:** Proceso por el cual las raíces de las plantas, sus microorganismos asociados y/o productos excretados destruyen el contaminante en la zona radicular.

La instalación del material granular se implementará como protección de las tuberías perforadas de entrada y deberá tener un diámetro promedio de 60 mm, según las características y recomendaciones dadas por la resolución 0330 de 2017 y el RAS 2000, en su título E. Todos los materiales de relleno deben estar limpios y libres de material vegetal. A su vez se requerirá de geotextil para proteger la geomembrana de la grava que contiene el interior del fitoevaporador.

Para la instalación de la vegetación en el fitoevaporador se deberán contemplar las siguientes recomendaciones:

- Alrededor de la tubería perforada de entrada del fitoevaporador se debe tener un recubrimiento horizontal mínimo de 60 cm de grava de 60 mm, para proteger la tubería de posibles obstrucciones de material fino.

- En la entrada y salida de la tubería del humedal artificial, se deben usar unas mangas para la transición de la geomembrana y continuar con la protección del humedal.
- Se debe tener en todo momento cuidado de no perforar la geomembrana que recubre el humedal artificial, ya que esta genera la impermeabilización de los lechos y detiene el paso de lodos y agua hacia el terreno evitando así problemas geotécnicos y ambientales.
- Las tiras de geomembrana del fitoevaporador deberán ir termo-unidas, para garantizar un correcto sistema de impermeabilización.
- La protección con geotextiles no tejidos en ambas caras de la geomembrana del fitoevaporador se considera necesaria, debido principalmente a la presencia de material granular en ambos lados, por lo que su colocación brindara una protección al punzonamiento de la membrana por efecto de la presión que estos materiales le pueden generar a la geomembrana.

En la **Tabla 4-4** se presenta un resumen del manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas generadas por las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 4-4 Manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES			ETAPA	FUENTE	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
RESIDUOS LÍQUIDOS	Domésticas	**Aguas negras y Aguas grises**	Pre - operativa	El desarrollo de esta etapa es de carácter administrativo, asociado a la gestión social y adquisición de predios	No Aplica	No Aplica
			Constructiva	Baños portátiles	Se contará con baños portátiles, de acuerdo con las necesidades operativas. Fitoevaporadores	Gestión con terceros autorizados (proveedor del servicio)
		Aguas negras	Operativa* Actividades transversales	Instalación y operación de campamentos temporales	Su tratamiento se realiza en PTARD / Tipo Compacta en la cual, mediante un proceso biológico mixto (aeróbico y anaeróbico), se degrada la materia orgánica presente. Fitoevaporadores	Gestión con terceros autorizados Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
		Aguas grises			Este tipo de agua residual contiene jabón, residuos grasos y/o detergentes, estas serán conducidas a una trampa de grasas, esta se conforma por tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. Fitoevaporadores	Gestión con terceros autorizados Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
RESIDUOS	Domésticas	**Aguas negras y Aguas grises**	Operativa** Desmantelamiento, Abandono Y Restauración	Baños portátiles	Se podrá contar con baños portátiles, de acuerdo con las necesidades operativas,	Gestión con terceros autorizados (proveedor del servicio)

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	ETAPA	FUENTE	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
	Actividades transversales***		los cuales serán gestionados por el proveedor del servicio. Fitoevaporadores	

*El tratamiento y disposición final en la etapa de operativa se relaciona con los campamentos temporales en la subetapa de perforación
** El tratamiento y disposición final en la etapa de operativa se relaciona con otras actividades en esta etapa, las cuales solo harán uso de baños portátiles.
***En esta etapa se evalúa el Manejo, tratamiento y disposición final de agua residual doméstica y agua residual no doméstica.

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.1.4.4 Otras alternativas

En el Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare, y bajo un enfoque de sostenibilidad alineado con los principios de la economía circular, se promoverá la reducción y el máximo aprovechamiento de los residuos, integrándolos en lo posible a los ciclos productivos del proyecto. En este marco, se evaluarán alternativas y soluciones basadas en la naturaleza que optimicen la gestión de las aguas residuales, incluyendo su recirculación o reutilización una vez tratadas, cuando las condiciones técnicas y operativas lo permitan.

No obstante, se considera necesario contar con alternativas de tratamiento, tales como sistemas anaerobios u otras tecnologías equivalentes. En caso de que las aguas tratadas no puedan ser recirculadas dentro del proceso, estas serían gestionadas mediante la entrega a un tercero autorizado, garantizando el cumplimiento normativo y la adecuada disposición final.

4.3.1.5 Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas

La implementación adecuada y periódica de las medidas de mantenimiento que se presentan en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., es importante para la prevención de generación de olores ofensivos, fugas o mal funcionamiento del sistema y hacen parte de la operación normal que debe tener cada uno de estos sistemas.

Tabla 4-5 Mantenimientos a los sistemas de tratamientos de aguas residuales domésticas

UNIDAD	MANTENIMIENTO
Unidades sanitarias portátiles	El mantenimiento de estas unidades estará a cargo del proveedor de las unidades sanitarias, y se realizará por lo menos dos veces por semana, empleando un Vactor (chupa manchas) y personal capacitado para realizar dicha labor. El vehículo transportador de las aguas residuales deberá estar debidamente rotulado, identificando el tipo de sustancia que transporta y cumplir con todos los procedimientos establecidos para el transporte de residuos peligrosos (Decreto 1609 de 2002). Los trabajadores encargados de dicho mantenimiento deberán contar con todos los elementos de protección personal como mascarilla, guantes, botas de seguridad y overol. El gestor externo deberá contar con un plan de contingencia en caso de derrame accidental. El Ingeniero Ambiental o HSE deberá solicitar el formato de recolección y acta de disposición de los residuos líquidos domésticos generados en las unidades sanitarias portátiles, así como también los permisos y tratamientos realizados en el punto de disposición final.
Baterías sanitarias	La empresa contratista del aseo será la encargada del mantenimiento de las baterías, el cual deberá realizarse a diario
Trampa de grasas	La frecuencia de limpieza se realizará mínimo una (1) vez a la semana, o se aumentará la frecuencia de acuerdo con la generación de residuos durante su operación.

UNIDAD	MANTENIMIENTO
Estación de bombeo de agua residual domésticas – ARD-	La bomba deberá limpiarse regularmente, ya que el taponamiento o mal funcionamiento de esta puede causar inundación y posible pérdida de agua sin tratar. En esta caja se acumulan grasas por la diferencia de densidades, por tal motivo deberán ser recolectadas con un recogedor de grasas cada dos (2) días. Se debe realizar mantenimiento preventivo de la bomba sumergible y rodamientos.
Planta de tratamiento de ARD	**Tanque Homogenizador** Para garantizar la ausencia de cualquier elemento sobrenadante en la bomba de succión se debe verificar diariamente el tanque homogenizador y hacer el retiro manual **Unidad de Aireación** Diariamente es necesario realizar las siguientes actividades: • Drenar el agua del regulador de presión • Drenar el agua del tanque compresor • Revisar la presión de aire en el regulador de presión, baja presión puede indicar un escape en el sistema. • Familiarizarse con la cantidad de tiempo del ciclo del compresor bajo condiciones normales. Cada día se deberá escuchar que tan frecuente es el ciclo del compresor. Si el ciclo del compresor enciende y apaga puede haber un escape en el sistema. • Revisar periódicamente la formación de espumas en el tanque de aireación Mensualmente se realizarán las siguientes actividades: • Limpie los filtros de entrada del compresor
Planta de tratamiento de ARD	• Apague la válvula de bola de descarga del compresor. Revise la caída de presión en el medidor del regulador. Si la presión cae a 10 psi o más, hay un escape en el sistema. • Revise la condición de las líneas neumáticas que están expuestas al sólo daño físico. La tubería dañada necesitará ser reemplazada. **Clarificador** Diariamente se verificará: • Los tamices no deben encontrarse taponados, en caso de que sea así se debe realizar la limpieza de tamices interiores con un rastrillo metálico. • La entrada a los desnatadores y su flujo de descarga no estén obstruidos. • Remover cualquier bloqueo de las tuberías colectoras del efluente ya tratado, las cuales requieren limpieza periódica, ya que existirá crecimiento de algas y presencia de sólidos. • Limpiar cualquier lodo que pueda haberse esparcido en el raspador. • Remover la acumulación de grasas del tanque unidad de clarificación si es necesario. • Lavar las paredes de la unidad de clarificación si es necesario. Actividades para realizar según criterio de personal capacitado: Se deberá hacer limpieza periódicamente a las mallas de entrada a la unidad de clarificación, ya que un bloqueo del tamiz no permitirá la entrada de suficiente agua, afectando el nivel de la planta. Al existir arrastre de lodos por acumulación excesiva en el tratamiento, se deberá realizar evacuación de lodos de acuerdo con las pruebas que se realicen diariamente de exceso de lodos. **Difusores** Diariamente se deberá: • Observar encendido de los difusores de aire las burbujas, revisando su tamaño y cantidad. Asegurándose que hay suficientes burbujas y son uniformes. Excesivo burbujeo puede indicar un difusor roto, por el contrario, la falta de aire indica taponamiento. • En caso de taponamiento se retirará la tubería, se procede a la limpieza que se puede realizar con una manguera a presión, retirando los sólidos y volviendo a instalarla. • Verifique que las uniones de los difusores no tengan fugas. Actividades a realizar semestralmente: Se deberá realizar cepillado a los difusores. **Generales** • Realizar mantenimiento preventivo a los blower de la planta. Cambiar el aceite del blower, ajustar las corres del conjunto motor-blower y tornillos de anclaje para evitar vibraciones.

UNIDAD	MANTENIMIENTO
	• Los sólidos naturalmente se acumularán en la línea de agua de los tanques de la planta por tal motivo es necesario realizar una o dos veces por semana un lavado con manguera. • Ejecutar limpieza con una malla a las hojas o residuos que ingresen al sistema, con el fin de mantener libre de residuos el tanque de aireación y los desnatadores. • En el compartimiento de desinfección verificar diariamente que existan pastillas de cloro y que no se encuentren pasando sólidos suspendidos a esta cámara. • Diariamente se deberá realizar el control en la calidad del agua a verter, realizando el análisis fisicoquímico. • Se realizará aseo al área donde hayan existido rebose o salpicaduras de agua, lodo, grasas y residuos sólidos, asegurando la limpieza de las diferentes estructuras de la planta, barandas, pasillos y áreas cercanas. • Verifique que las poleas tengan la tensión adecuada para el funcionamiento correcto, que no estén flojas ni patinen. • El panel de control no requiere mantenimiento de rutina, solo monitoreo para la correcta operación.

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.1.6 Disposición final de las aguas residuales domésticas

4.3.1.6.1 Actividades de recirculación

El agua residual doméstica previamente tratada puede mezclarse con el efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas (industriales) para su uso en diversas actividades operativas, tales como lavado de equipos, enfriamiento de bombas, preparación de lodos, intercambios de calor en sistemas de refrigeración, descarga de aparatos sanitarios, limpieza mecánica y humectación de vías para control de material particulado, así como en sistemas de protección contra incendios. Estos usos se desarrollarán conforme a las actividades de recirculación descritas en el numeral 4.3.2.5.4 del presente capítulo y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 2° de la Resolución 1256 de 2021, que define la recirculación como el aprovechamiento de aguas residuales dentro de los procesos u operaciones de la misma actividad económica que las genera, sin contacto directo con el suelo, excepto cuando se trate de suelo de soporte de infraestructura (edificaciones, áreas de almacenamiento, vías y locaciones).

Es importante precisar que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3° de la Resolución 1256 de 2021, la recirculación no requiere autorización ambiental siempre que sea técnica y económicamente viable. Sin embargo, para efectos de seguimiento y control por parte de la autoridad ambiental, el usuario deberá mantener disponible la información exigida por dicho artículo, situación que será atendida en los respectivos Planes de Manejo Ambiental específicos, según la modalidad de recirculación implementada y el caudal de agua residual generado en cada actividad. De igual manera, se dará cumplimiento a las obligaciones señaladas en la ficha CGU_PM_AB_13 Manejo de aguas residuales domésticos (ARD) y no domésticos (ARnD). Cabe mencionar que el proyecto no contempla el reúso de aguas residuales domésticas ni industriales.

Por otra parte, la disposición final de las aguas residuales domésticas provenientes de baños portátiles durante las fases de construcción, operación, desmantelamiento, abandono, restauración y actividades transversales, será realizada por los proveedores del servicio. Estos deberán contar con las respectivas licencias y permisos ambientales para el transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de dichas aguas.

4.3.2 Aguas residuales no domésticas (industriales)

Las aguas residuales no domésticas (industriales) corresponden a aquellas generadas por los procesos operacionales del proyecto, incluyendo las provenientes de las actividades de dewatering asociadas a perforación, las aguas aceitosas y las aguas de producción derivadas de las operaciones.

4.3.2.1 Caracterización típica esperada de aguas residuales no doméstica (Industrial)

En la **Tabla 4-6** se presentan las características típicas esperadas para las aguas residuales no domésticas (industriales) generadas por el proyecto. Sin embargo, es importante señalar que la calidad fisicoquímica real de estas aguas solo podrá definirse con precisión una vez el proyecto Área de Desarrollo Bucare entre en operación.

Tabla 4-6 Características típicas esperadas de aguas residuales no domésticas- (industrial)

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR ENCONTRADO
Grasas y Aceites	mg/l	1 - 5
Color	UPC	< 150
Conductividad	mohms/cm	4000
Cloruros	mg Cl/l.	50 –150
DBO5	mg O2/l	150 – 500
DQO	mg O2/l	500 – 1500
Dureza total	mg CaCO3 /l	50 –200
pH	Unidades	6 – 9
Sólidos disueltos	mg/l	500 – 2000
Sólidos suspendidos	mg/l	200 – 500
Sulfatos	mg SO4/l	150
Bario	mg Ba/l	1 – 3
Turbidez	NTU	150 - 800

Fuente: Metcalf & Eddy (1988)

4.3.2.2 Caudal de agua residual no doméstica (industrial)

e acuerdo con los consumos de agua estimados para el proyecto (Ver capítulo 4.1 Aguas superficiales numeral 4.1.2 Caudal de agua solicitado), se realiza un cálculo de caudal de agua residual que se define como el volumen de agua resultante (o caudal de retorno) de las actividades industriales. Para ello, se tuvo en cuenta las diferentes etapas del proyecto. Así las cosas, en la **Tabla 4-7** se evidencia el caudal de agua residual estimada.

Cabe señalar que, durante la fase de operación, el cálculo de las aguas residuales industriales será afinado y ajustado con base en los volúmenes reales de retorno, considerando particularmente las aguas de formación generadas en los procesos operativos, lo cual permitirá contar con una estimación más precisa y representativa de los caudales efectivamente producidos.

Tabla 4-7 Volumen de agua residual estimada para el proyecto

USO	DEMANDA (L/s)	AGUA RESIDUAL* (L/s)	ETAPAS
Industrial	4,8	4,32**	Construcción de infraestructura, operación, desmantelamiento, abandono y restauración y actividades transversales

*El caudal de agua residual que se presenta puede variar en el caso que se realicen actividades de operación en simultánea, por ejemplo, perforación de varios pozos, mantenimiento de líneas, operación.
**Este valor es considerando que durante la etapa de obras civiles y la de desmantelamiento, abandono no se generará agua residual industrial y durante la etapa de operación y actividades transversales se considera un factor del 50% teniendo en cuenta que existirán diferentes procesos que permiten optimizar el uso del recurso, disminuyendo de esta manera el agua residual a generar. Es preciso aclarar que el caudal de agua residual que se puede dar en etapa de obras civiles estará asociado sólo si, se realizan pruebas hidrostáticas, y su volumen dependerá de los diámetros de tubería o dimensiones de tanques.
*Este valor no contiene el volumen de agua de formación, el cual se obtiene posterior a las pruebas de inyectividad y la respectiva aprobación por parte de la ANH, lo cual será reportado en el ICA.

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.2.3 Generación de aguas residuales no domésticas (industriales)

Durante la ejecución del proyecto se generarán aguas residuales de tipo industrial asociadas a actividades como la preparación de lodos, operación de talleres, procesos desarrollados en los CPFs y facilidades satélites, elaboración de concretos, pruebas hidrostáticas, operación de maquinaria y equipos, así como en pozos, contrapozos, piscinas y otras infraestructuras operativas. En este sentido, es fundamental contar con lineamientos claros para su manejo, almacenamiento y disposición, conforme a lo descrito en el presente capítulo y en el Capítulo 2.2.2 Estrategias de Desarrollo.

En la **Tabla 4-8** se indican las etapas del proyecto en las que se generarán aguas residuales no domésticas.

Tabla 4-8 Etapas en las que se generará agua residual no doméstica

ETAPA	AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA (INDUSTRIAL)
Pre-operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	
Actividades transversales	X

*En caso de realizarse pruebas hidrostáticas, se puede tener una generación de agua residual no doméstica en esta etapa

Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.2.4 Manejo y tratamiento de aguas residuales no domésticas (industrial)

4.3.2.4.1 Frac Tank o tanques australianos

El almacenamiento temporal mediante Frac Tanks o tanques australianos durante la etapa de operación constituye una alternativa eficiente para la gestión de aguas residuales y otros fluidos industriales. Estos equipos, generalmente prefabricados, ofrecen ventajas significativas, como la eliminación de excavaciones, la reducción del espacio requerido para los sistemas de tratamiento y una alta hermeticidad que permite el adecuado manejo y contención de agua, lodos, cortes de perforación, agua de producción e hidrocarburos. No obstante, su implementación puede presentar limitaciones relacionadas con la capacidad disponible y la oferta en el mercado.



Fotografía 4-2 Frac Tank
Fuente: (METALMECANICA ROJAS, 2019)



Fotografía 4-3 Tanques australianos
Fuente: (GRUPO XION, 2019)

i. **Tanque No 1:** Agua proveniente de los canales alrededor del taladro con agua de lavado de equipo, agua lluvia que llegue a estos canales, o agua de lavado de cementación. Por otra parte, podría llegar agua producto del Dewatering (proceso que se describe más adelante) que no sea recirculada y que requiere un tratamiento adicional.
ii. **Tanque No 2:** A este tanque se transfieren los fluidos del tanque No.1 para tratamiento.

En este tanque (No 2) se llevará a cabo el tratamiento con Sulfato de Aluminio, cuenta con sistema de aireación y dosificación de químicos. El sistema de aireación consiste en una tubería de PVC de 3" colocada alrededor de la parte superior del tanque y con huecos pequeños a lo largo de los tubos. El sistema de dosificación consiste en un tanque plástico de 1000 litros unido a la descarga de la bomba eléctrica permitiendo la mezcla del químico con el agua de la piscina y que descarga por la tubería de PVC.

El tipo de tratamiento realizado incluye coagulación, floculación, ajuste de pH y sedimentación, empleando los químicos requeridos, de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de jarras en laboratorio. Igualmente se realiza el ajuste de pH necesario y la aplicación de hipoclorito de calcio para control bacteriano.

4.3.2.4.2 Sistema de deshidratación (Dewatering)

El proceso de Dewatering durante la etapa de perforación se compone de un tratamiento químico y uno físico. En la fase química, las partículas coloidales del lodo se desestabilizan mediante la adición de agentes coagulantes y floculantes, promoviendo la formación de una fase líquida y una fase sólida. En la fase física, estas dos fracciones son separadas a través de una centrífuga decantadora, obteniéndose cortes con bajo contenido de humedad, los cuales posteriormente requieren un proceso de estabilización. La selección del tipo y la concentración de los productos químicos se determina mediante pruebas de jarras in situ, realizadas por personal especializado.

El Dewatering se lleva a cabo en una unidad compacta conformada por varios tanques independientes con agitadores para la preparación, mezcla e inyección de los coagulantes y floculantes. A través de bombas de transferencia, la mezcla de lodo y aditivos es conducida hacia la centrífuga, donde ocurre la separación mecánica de las dos fases. Los equipos utilizados en el proceso de deshidratación (dewatering) se presentan en la **Tabla 4-9**.

Tabla 4-9 Sistema de deshidratación (Dewatering)

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS / FUNCIONES
Centrífuga decantadora	Se utiliza para la separación de las fases líquido-sólido. Debe generar la fuerza G adecuada para manejar el sistema, pues a muy baja velocidad no proporciona una adecuada separación y a una velocidad alta no rompe los flóculos.
Tanque de recolección de lodo	Posee un sistema de agitación para evitar la sedimentación de los sólidos y asegurar una mezcla homogénea para la deshidratación. Incluye una bomba centrífuga.
Tanques de polímero	Tanques para mezcla de los polímeros con agua fresca. 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 centrifuga, desde el tanque de lodo hasta el mezclador estático. Es una bomba de desplazamiento positivo que posee un discode velocidad variable para facilitar una tasa óptima de alimentación de la centrífugaa un conjunto dado de condiciones.
Tanque de dilución de agua	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 utilizado para todos los coagulantes (ácido acético, cal) excepto ácido clorhídrico. Si se utiliza ácido acético, este se bombea directamente desde canecas.
Bomba de coagulante	Bomba de partes de teflón para ofrecer mayor resistencia al ácido; bombea el coagulante desde el tanque o desde la caneca de ácido. Cuenta con un regulador de aire para controlar la tasa de bombeo.
Mezcladorestático	Es un múltiple de mezcla con desviadores de flujo en su interior para un mejor mezclado de los diferentes componentes del proceso de deshidratación. El lodo es mezclado aquí con agua de

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS / FUNCIONES
	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 usada para dilución. Desde este tanque es tomada para su recirculación en el lavado del equipo, enfriamiento de bombas o preparación de lodo o para su disposición final, conduciéndola por medio de carro tanque.

Fuente: ECOPETROL S.A., 2012; adoptado por Fuente: SGI S.A.S, 2025

El proceso de dewatering se lleva a cabo en una unidad compacta conformada por varios tanques independientes, cada uno equipado con agitadores para garantizar la adecuada mezcla e inyección de los floculantes y coagulantes requeridos. A través de bombas de transferencia, la mezcla del lodo junto con los aditivos preparados es enviada a la centrífuga decantadora, donde se realiza la separación mecánica de las dos fases principales (sólido y líquido) (Ver **Figura 4-2**).

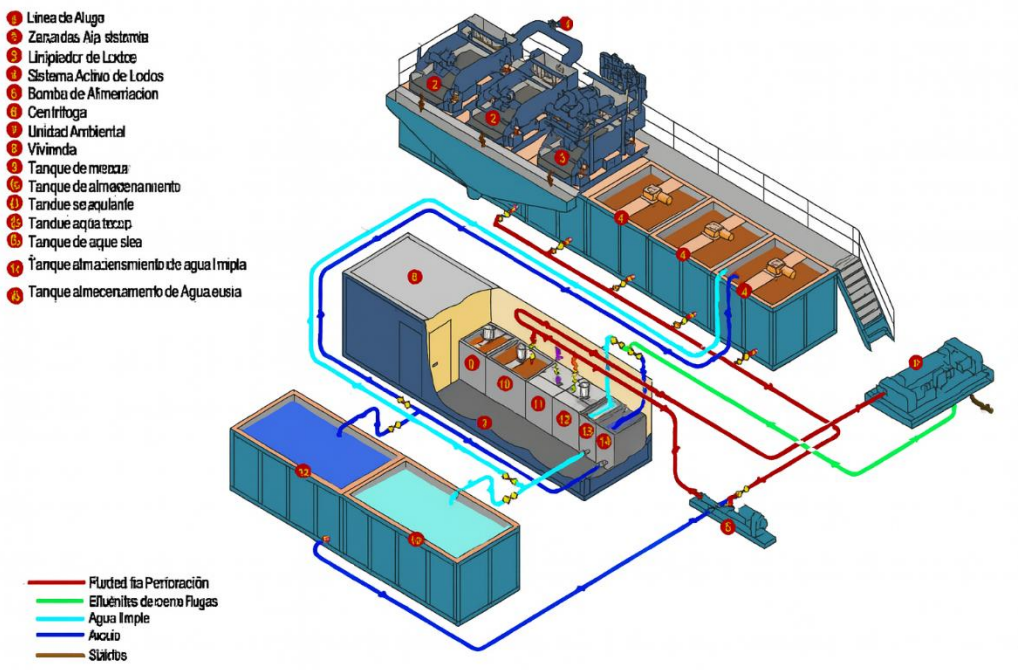


Figura 4-2 Tratamiento de aguas residuales diagrama del Sistema Dewatering
Fuente: (ECOPETROL S.A. -WDP-G-024 - Guía para manejo y tratamiento de fluidos y sólidos de de perforación y completamiento, 2019)

Para decidir si el agua proveniente del *Dewatering* se puede recircular para la preparación de lodos se siguen estas acciones:

i. Medir pH, deberá estar entre 7-9.
ii. Medir densidad del lodo, deberá ser menor de 8,4 lpg.
iii. Medir dureza, debe ser menor de 250 mg/L.
iv. Ajustar propiedades del agua de *Dewatering* si se sale de algunos de los rangos anteriores.
v. Tomar una muestra de un volumen mínimo de tres barriles equivalentes (1050 ml).
vi. Preparar tres muestras de la siguiente forma:

   a. Lodo del sistema activo
   b. Lodo del sistema activo más 21 ml (6%) de agua fresca
   c. Lodo del sistema activo más 21 ml (6%) de agua de *Dewatering*

vii. Mezclar y medir las siguientes propiedades:

a. Lodo sistema activo
b. Lodo + Agua fresca
c. Lodo + Agua *Dewatering*

viii. Si alguno de los valores de las mezclas del lodo con el agua del *Dewatering* es mayor que la del lodo del sistema activo es incompatible y por lo tanto no se podrá usar en la dilución o preparación de lodo.

Se debe hacer la adición de Hipoclorito de Calcio al agua del *Dewatering* antes de recircularla en el Lodo del sistema activo para evitar la proliferación de bacterias en el lodo.

4.3.2.4.3 Ósmosis inversa

Este método se fundamenta en el uso de membranas semipermeables que permiten el paso de agua, pero no de las sales disueltas. Cuando dos compartimientos abiertos a la atmósfera se separan mediante una membrana de este tipo (uno con agua pura y otro con una solución salina), el agua fluye hacia la solución, incrementando la presión en ese lado hasta alcanzar un valor denominado presión osmótica, suficiente para detener el flujo. Este fenómeno corresponde a la ósmosis directa y ocurre de manera natural entre dos soluciones con diferentes concentraciones.

Si sobre la solución se aplica una presión superior a la presión osmótica, se invierte el sentido del flujo: el agua prácticamente pura atraviesa la membrana en dirección contraria, mientras la solución concentrada se va empobreciendo en agua. Este proceso es conocido como ósmosis inversa. (Ver **Figura 4-3**).

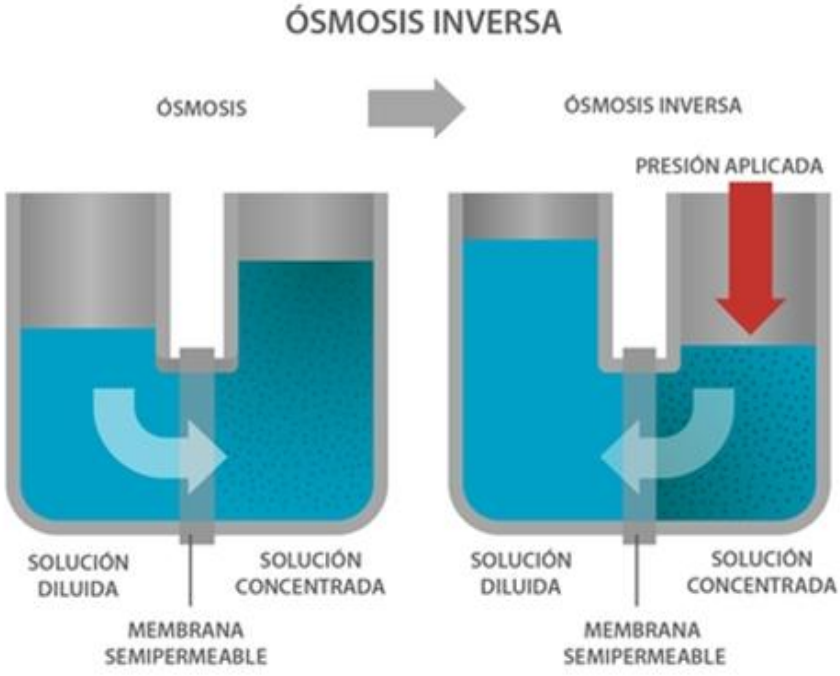


Figura 4-3 Esquema de tratamiento por osmosis inversa
Fuente: IDRANIA, 2013

La unidad de desmineralización por osmosis inversa tiene una alta eficiencia, es decir que el 90% del volumen del agua tratada es reutilizable. El sistema incluye: unidad de osmosis inversa, dos tanques de recolección de capacidad de 250 barriles, laboratorio, dos tanques para almacenamiento. El agua que por sus propiedades ya no puede ser recirculada (se denomina agua de rechazo) esta agua corresponde al 10% del volumen, se almacena para ser dispuesta con un gestor autorizado.

El equipo incluye:

i. Planta de desmineralización
ii. Dos tanques de recolección de capacidad 250 barriles
iii. Laboratorio
iv. Dos tanques para almacenamiento de concentrado

En el tratamiento son aplicados dos químicos (Anti-incrustante y biocida) que previenen formación de incrustaciones por sales y biofouling. Con este proceso que realizan las membranas se garantiza remover un porcentaje alrededor del 90% de los sólidos disueltos del agua. Adicionalmente el equipo cuenta con un sistema CIP compuesto por un tanque de 500 Litros y una bomba centrifuga que permite realizar limpiezas químicas de las membranas. Derivado de este proceso se genera aproximadamente entre un 5% y un 10% de agua de rechazo (residuo líquido para disposición). Una vez culmine el tratamiento anteriormente descrito, los residuos líquidos que no sean recirculados y/o el agua de rechazo del STARI, serán entregados a un gestor externo para su adecuado manejo y disposición final.

4.3.2.4.4 Trampa de sólidos y aceites (SKIMMER)

La finalidad de este sistema es recoger, conducir y manejar las aguas aceitosas y aguas lluvias contaminadas 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. Estas se ubicarán alrededor de los equipos instalados para la perforación. Al igual que las cunetas de aguas lluvias, estas pueden ser construidas en diversos materiales, que dependerán de las características de los suelos de fundación[1] y del tiempo o duración de las actividades de perforación. Las cunetas aceitosas se pueden construir en los siguientes materiales:

- ✓ Cunetas en suelo-cemento.
- ✓ Cuentas en sacos rellenos de suelo o suelo-cemento.
- ✓ Cunetas en geomembranas o geotextiles.
- ✓ Cunetas en concreto fundido en sitio.
- ✓ Cunetas en lámina.
- ✓ Cunetas en cualquier otro material que pueda usarse para cumplir sus funciones e impida la afectación del medio.

Los fluidos captados de las cunetas de aguas aceitosas serán conducidos hacia una caja llamada skimmer, la cual está conformada por compartimientos de dimensiones definidas; en esta, se realiza el pretratamiento del agua mediante el proceso de separación física, que se realiza gracias a un (os) tabiques que permiten el paso del agua por debajo hacia el siguiente espacio, mientras las grasas y aceites flotan en el anterior.

El diseño recomendado incluye tres compartimientos: trampa de arena inicial, trampa de aceite en medio y segunda trampa de arena al final. De esta forma, los dos últimos compartimientos pueden ser aislados temporalmente, bombeando el líquido desde el primero, facilitando su limpieza y al igual que las cunetas, dependiendo entre otros de la disponibilidad de materiales y los tiempos de perforación y previa excavación en el terreno natural, el skimmer podrá ser en concreto reforzado,

1 “Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento”, Informe de suelos de fundación y subrasante PAV, Lesther Zarate, 2015

portátil en lámina o de cualquier otro material que le permita cumplir sus funciones sin generar mayores afectaciones al medio. En caso de no construirse el sistema de cunetas para aguas aceitosas y aguas lluvias contaminadas, se prescindirá de la adecuación del skimmer.

4.3.2.4.5 Cunetas perimetrales - Desarenadores

Todas las aguas lluvias generadas en el área del proyecto serán recolectadas mediante cunetas perimetrales. El material y la forma geométrica de estas cunetas pueden variar según las condiciones del terreno y los diseños específicos. Estas estructuras captan el agua de escorrentía a lo largo del clúster y/o facilidades, conduciéndola hacia los desarenadores, cuyo propósito es retener las partículas sedimentables presentes en las aguas superficiales, así como grasas, aceites y otras sustancias de menor densidad que el agua (Ver **Fotografía 4-4**).

Es importante señalar que las especificaciones técnicas y diseños definitivos serán presentados en los respectivos Planes de Manejo Ambiental Específicos asociados a la construcción de locaciones y a las actividades de perforación de pozos.



Fotografía 4-4 Diseño básico de desarenadores
Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.2.4.6 Piscinas de tratamiento

Es una unidad de tratamiento unitario, que puede ser adaptada en el terreno, realizando una excavación en el sitio de emplazamiento en forma de cuadrilátero; una vez dimensionado el polígono se le realiza un recubrimiento con un geotextil que acomodará el suelo y una geomembrana para aislar el suelo del fluido tratado.

El tratamiento físico químico del agua residual tiene como finalidad mediante la adición de ciertos productos químicos, la alteración del estado físico de estas sustancias que permanecerían por tiempo indefinido de forma estable para convertirlas en partículas susceptibles de separación por sedimentación.

Mediante este tratamiento puede llegar a eliminarse del 80% al 90% de la materia total suspendida, del 40% al 70% de la DBO5 y del 30 al 40% de la DQO.

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

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

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

Las aguas residuales industriales tratadas podrán ser recirculadas dentro del proyecto o en otros proyectos de Ecopetrol. Adicionalmente, se contempla como alternativas de manejo la reinyección y la entrega a terceros debidamente autorizados, de conformidad con la normativa ambiental vigente.

4.3.2.4.7 Sistema de Tratamiento de Aguas de Producción - STAP

El agua resultante de los procesos de deshidratación es conducida a un Sistema de Tratamiento de Aguas de Producción (STAP), ubicado en las facilidades satélite. A través de estos sistemas, el agua tratada puede ser recirculada para diversos usos operativos para el proyecto, tales como la inyección en procesos de recobro mejorado (EOR), la disposición (disposal) o su conducción hacia otros campos en operación de Ecopetrol, así como la entrega a terceros debidamente autorizados. El propósito principal de los STAP es reducir la concentración de contaminantes presentes en el agua de producción, particularmente grasas y aceites, metales pesados, sólidos y sales minerales.

La calidad del agua tratada varía entre formaciones geológicas y depende, en gran medida, de las características específicas del yacimiento. No obstante, existen particularidades que suelen considerarse como parámetros típicos o estándar para este tipo de aguas, tales como:

- ✓ Fracciones de crudo emulsionado remanente del proceso de deshidratación.
- ✓ Concentraciones elevadas de metales pesados.
- ✓ Concentraciones elevadas de sales minerales.
- ✓ Temperaturas elevadas.

En virtud de lo anterior, los sistemas de tratamiento tendrán la capacidad de manejo de aguas con este tipo de condiciones; en este sentido, los sistemas estarán compuestos por un separador de placas corrugadas (o separador de placas inclinadas) (CPI), una unidad de flotación (DAF), filtros de aserrín, cáscara de nuez o de membrana y tanques de almacenamiento. Como sistemas de tratamiento complementarios, existe la posibilidad de instalar unidades de filtración avanzada o de ósmosis inversa. Cabe precisar que estos son sistemas estimados y que podrán variar tanto en componentes como en proceso en función de las condiciones de las aguas a tratar.

- **Separador de placas corrugadas -CPI:** El agua que ha sido separada del crudo se conduce a esta unidad en donde las gotas de aceite libres o dispersas, que han quedado remanentes en el agua, son eliminadas. Esto se logra gracias a la textura y disposición de las placas corrugadas dentro de la unidad, la permite que se minimice la distancia en la cual cada gota o partícula libre de aceite puede juntarse o aglomerarse con otras gotas e incrementar su tamaño, ocasionando el aumento de su flotabilidad y consecuente ascenso a la capa superficial del agua para ser posteriormente recolectadas o removidas mecánicamente.
- **Unidad de flotación:** Esta unidad opera como complemento al CPI aumentando la remoción de aceite presente en el agua. En este, las gota o partículas de aceite de adhieren a las burbujas de gas que se inyectan en la unidad disminuyendo su densidad, permitiendo acelerar su proceso de flotación hacia la superficie de la lámina de agua y posterior remoción mecánica.

- **Filtro para remoción de compuestos orgánicos:** Esta unidad permitirá la remoción del aceite soluble (hidrocarburos solubles) a partir de la adsorción; esta unidad posee materiales sólidos porosos conocidos como adsorbentes a través de los cuales pasa el agua en tratamiento. Los hidrocarburos solubles (y otros compuestos) se adhieren a la superficie adsorbente, siendo retenidos por la estructura porosa del material.

4.3.2.5 Disposición final de las aguas residuales no domésticas (industrial)

Teniendo en cuenta la generación de aguas residuales no domésticas (industriales) del proyecto, se establecen las alternativas de manejo y disposición final de estas, de acuerdo con cada etapa del proyecto como se presenta en el Capítulo 2.2.2 Estrategias de desarrollo (Ver **Tabla 4-10**).

Tabla 4-10 Manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales no domésticas (industriales)

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		ETAPA	FUENTE	MANEJO Y/O TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
RESIDUOS LÍQUIDOS	No Domésticos (industriales)	Pre - operativa	El desarrollo de esta etapa es de carácter administrativo, asociado a la gestión social y adquisición de predios; por lo que no se estima uso y aprovechamiento del recurso directamente como solicitud del proyecto, para captación o vertimiento	No Aplica	No Aplica
		Constructiva	Pruebas hidrostáticas	El agua residual de la prueba hidrostática se llevará hasta las piscinas de tratamiento del clúster y/o facilidades satélites y/o CPF, donde se le dará el tratamiento.	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A, en caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados.. • Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
		Operativa	Deshidratación cortes y lodos de perforación	Frac Tank. Sistema de deshidratación (Dewatering) Ósmosis inversa	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A, en caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		ETAPA	FUENTE	MANEJO Y/O TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
RESIDUOS LÍQUIDOS	No domésticos (industriales)	Operativa	Manejo de fluidos de retorno (flowback)	Los fluidos de retorno en las pruebas de producción por lo general son salmueras y fluidos del yacimiento (agua, petróleo y gas), utilizados para controlar y dar arranque al pozo, los residuos generados son transportados hasta tanques y/o frac tanks, donde se tratan por decantación, separación de grasas, floculación, filtrado y desinfección, el fluido recuperado, así como el agua de aporte de los pozos pueden ser recirculada en las actividades de servicio a pozos.	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A, en caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados • Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
			Aguas de producción	Tratamiento en CPF y/o facilidades satélites en los Sistema de tratamiento de aguas de producción - STAP	• Inyección para recobro • Disposal • Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A, en caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados • Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
RESIDUOS LÍQUIDOS	No domésticos (industriales)	Operativa	Aguas aceitosas	El aceite descartado del mantenimiento de generadores se recogerá en canecas debidamente marcadas y etiquetadas. Las aguas aceitosas recolectadas en las cunetas de la plataforma y/o facilidades serán conducidas al skimmer.	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A, caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados
		Desmantelamiento, abandono y restauración	Agua residual contenida en equipos, sistemas o áreas utilizadas para el tratamiento de residuos del proyecto	Se almacenarán temporalmente	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados • Recirculación en procesos asociados al desarrollo del proyecto donde se pueda realizar uso del recurso.
		Actividades transversales*	Transporte, almacenamiento y uso de productos químicos y combustibles	Se almacenarán temporalmente	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		ETAPA	FUENTE	MANEJO Y/O TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
	Lluvias	Operativa	Aguas lluvias contaminadas	Aguas lluvias que entran en contacto con áreas operativas con potencial presencia de hidrocarburos, por lo cual se clasifican y manejan como Aguas Residuales no Domésticas (ARnD). Estas corrientes son conducidas a un skimmer y, posteriormente, a piscinas, donde se mezclan con aguas residuales industriales tratadas.	• Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A caso contrario, entrega a terceros debidamente autorizados
			Aguas lluvias no contaminadas	Cunetas perimetrales que conduce a un desarenador	• Retorno del agua al medio natural

**En esta etapa se evalúa el Manejo, tratamiento y disposición final de agua residual doméstica e industrial, sin embargo, la tabla presenta de manera segregada los residuos en cada etapa con la finalidad de dar mayor detalle en la descripción.*
Fuente: SGI S.A.S, 2025

4.3.2.5.1 Entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A. y/o terceros autorizados

La estrategia de desarrollo asociada con la ***entrega y/o recibo de fluidos con otros bloques o campos operados por Ecopetrol S.A***, tiene como objetivo, entre otros, lograr sinergias tal que se optimicen los procesos relacionados con la gestión y disposición final de aguas residuales. El agua residual recibida por el área de desarrollo Bucare será recirculada en la actividad de inyección para recobro y en las pruebas hidrostáticas, teniendo en cuenta que provienen de otros campos operados por Ecopetrol S.A. los cuales tienen la misma actividad económica de exploración o explotación de hidrocarburos, siendo así el mismo usuario de estas aguas residuales, para lo cual aplicaría el término de recirculación establecido en el artículo 2 de la Resolución 1256 de 2021, en donde se define la recirculación como "*el uso de las aguas residuales en operaciones y procesos unitarios dentro de la misma actividad económica que las genera y por parte del mismo usuario generador, sin que exista contacto con el suelo al momento de su uso, salvo cuando se trate de suelo de soporte de infraestructura*", entendiéndose suelo de soporte de infraestructura como el suelo en el cual se localiza infraestructura de la actividad económica, esto es, las edificaciones operativas, de almacenamiento de fluidos y sólidos, de insumos y materias primas, vías y locaciones haciendo la claridad en ninguna de las actividades generadas por el proyecto se contempla el reúso de agua sino la recirculación. Adicionalmente, cabe resaltar que estos procesos de optimización permiten desarrollar actividades en el marco de la economía circular y en función del uso sostenible de los recursos. Así mismo, la entrega a terceros autorizados se realizará con aquellos que cuenten con las autorizaciones vigentes otorgadas por las autoridades ambientales competentes para el manejo, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales, cuyos soportes deben presentarse en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, los cuales corresponden con:

- ✓ Certificados de recolección y transporte emitido por la empresa respectiva, que indiquen: nombre de empresa que recolectó y transportó las aguas residuales, fechas de entrega, volúmenes de entrega, tipo de agua residual, sitio de recolección y destino de las aguas.
- ✓ Actas de recibo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, que incluya: empresa que entrega, fecha, volumen, origen y tipo de agua residual.
- ✓ Copia de los permisos y/o licencias vigentes de las respectivas empresas que prestarán el servicio de recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales.

Adicionalmente, como alternativa para el manejo de estas aguas, se contempla su entrega a un tercero debidamente autorizado, que cuente no solo con los permisos otorgados por la autoridad ambiental competente, sino también con la capacidad técnica y operativa para el manejo y la disposición final de este residuo líquido, sin que dichos permisos incluyan actividades de reúso. Los soportes correspondientes a las entregas realizadas y a la vigencia de los permisos serán remitidos a la ANLA a través de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) que se presenten. Se aclara que la selección de las empresas prestadoras del servicio dependerá de aquella con la cual Ecopetrol S.A. alcance el acuerdo más conveniente desde los puntos de vista técnico y económico para el manejo de estos residuos.

En virtud de lo anterior, tanto para la entrega como para el recibo, se contará con la infraestructura necesaria para la entrega y/o recibo de fluidos. Esta infraestructura básicamente corresponde a bahías de entrega / recibo (o cargaderos / descargaderos), cuando se realice entrega y/o recibo por carrotanque, y/o a líneas de flujo; en el caso de cargaderos / descargaderos, estos se ubicarán en las áreas ya estimadas para plataformas, facilidades y demás infraestructura relacionada con las estrategias de desarrollo.

La entrega y/o recibo de fluidos en el área de desarrollo Bucare podrá hacerse por medio de dos alternativas:

- ✓ A través de líneas de flujo que se construyan en el campo.
- ✓ Por medio de carrotanques para lo cual se requiere la construcción y operación de cargaderos / descargaderos que podrán hacer parte de las infraestructuras proyectadas (clústeres, plataformas NFE, facilidades satélites, CPF, entre otros) o ubicados en áreas independientes que permitan optimizar la entrega y/o recibo de fluidos de varias infraestructuras aledañas.

Cabe mencionar que la actividad de entrega de aguas residuales a terceros no implica un uso adicional o diferente de los recursos naturales conforme a las autorizaciones otorgadas por la Autoridad Ambiental, toda vez que se realizará por las vías autorizadas en el proyecto.

Adicionalmente, la entrega siempre se realizará a aquel tercero autorizado (Ecopetrol o empresa especializada) que cuente no solo con los permisos otorgados por la Autoridad Competente sino con la capacidad suficiente para el manejo y disposición final de este residuo liquido peligroso. Los soportes correspondientes de entregas y vigencia de permisos serian adjudicados a la ANLA vía ICA, reiterando que la selección de las empresas dependerá de aquella con la que Ecopetrol logre un acuerdo optimo (técnico y económico).

4.3.2.5.2 Actividades de recirculación

Las aguas residuales no domésticas (industriales) y domésticas podrán ser recirculadas en actividades industriales propias del proyecto, conforme a lo establecido en el Artículo 2 de la Resolución 1256 del 23 de noviembre de 2021, el cual define la recirculación como el uso de aguas residuales dentro de las mismas operaciones y procesos unitarios de la actividad económica que las genera, por parte del mismo usuario, y sin contacto con el suelo, excepto cuando dicho contacto se produzca sobre suelos de soporte de infraestructura (esto es, áreas donde se localizan edificaciones operativas, almacenamientos, vías, locaciones y demás estructuras del proyecto).

De acuerdo con el Artículo 3 de la misma resolución, en los Planes de Manejo Ambiental Específicos se deberá incluir la información necesaria para el seguimiento y control de estas actividades de recirculación, la cual deberá estar disponible para la Autoridad Ambiental. Asimismo, se cumplirá con las obligaciones definidas en la ficha CGU_PM_AB_13 – Manejo de aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD).

Finalmente, es importante precisar que el proyecto no contempla el reúso de aguas residuales domésticas ni no domésticas fuera del alcance de las actividades permitidas de recirculación.

Teniendo en cuenta lo anterior, como opciones de recirculación se plantea:

- ✓ Preparación de concretos durante el desarrollo de obras civiles.
- ✓ Humectación de materiales durante proceso de movimiento de tierras.
- ✓ Preparación de lodos en el proceso de perforación.
- ✓ Pruebas hidrostáticas realizadas a líneas de flujo, tanques y demás facilidades mecánicas.
- ✓ Lavado de tanques y demás facilidades que así lo requieran.
- ✓ Lavado de vehículos, maquinaria y equipos.
- ✓ Actividades de limpieza y mantenimiento de contenedores, áreas comunes y áreas sociales.
- ✓ Actividades de lavandería.
- ✓ Lavado de pisos y baños.
- ✓ Reciclaje de agua de retrolavado en PTAP.
- ✓ Humectación de vías y jardines.

A continuación, se dan unas generalidades para las alternativas mencionadas anteriormente.

- **Preparación de concretos durante el desarrollo de obras civiles**

Para esta actividad se pueden implementar tanto aguas residuales domésticas como no domésticas (industriales) ya que no requiere el cumplimiento de criterios de calidad ambiental, según la bibliografía existente para preparar cada metro cúbico de concreto se requiere 190 Litros de agua, este volumen depende de los requerimientos de obras civiles, los volúmenes utilizados deben ser consignados en formatos de campo con el objetivo de calcular los indicadores propuestos en este programa y verificar el cumplimiento de este.

- **Humectación de materiales durante proceso de movimiento de tierras.**

Las actividades relacionadas con movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos) incluyen los trabajos a realizarse en un terreno con el fin de llegar a los niveles requeridos en los diseños, para la conformación final de las locaciones. El material extraído es humedecido con la recirculación de agua residual doméstica y no doméstica (industrial) tratada con el fin de controlar el material particulado teniendo en cuenta que esta actividad se realizará en un área de almacenamiento de sólidos para lo cual aplica lo establecido en el artículo 2 y parágrafo del artículo 3 de la Resolución 1256 de 2021 que para el caso de la recirculación del agua residual en suelos de soporte de infraestructura llámese edificaciones operativas, de almacenamiento de fluidos y sólidos, de insumos y materias primas, vías y locaciones, no deberá generar escorrentía.

- **Preparación de lodos en el proceso de perforación**

La actividad de hidrocarburos involucra los procesos de perforación en los cuales es indispensable la utilización de lodos que son mezclas preparadas con agua, aceite y aditivos químicos. Entre las funciones de los lodos de perforación se tiene enfriar y lubricar la broca y la tubería de perforación, transportar los cortes a la superficie entre otras. La composición química de los lodos base agua varía de pozo a pozo, pero los componentes más utilizados incluyen arcillas, y aditivos químicos que pueden incluir biocidas, bactericidas, anticorrosivos, y sustancias químicas para controlar el pH, los lodos de perforación también pueden hallarse mezclados con petróleo y sales provenientes del pozo y pueden ser alcalinos; adicionalmente estos lodos pueden contener aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, plomo, cobre, magnesio, zinc, benceno y otros hidrocarburos, así como sodio y cloruros.

De acuerdo con lo anterior, se considera como una alternativa de ahorro del agua la recirculación de ARD y ARnD en la preparación de lodos, en un caudal de 1 L/s - hasta que se haga necesario reemplazarlos. La recirculación dependerá de las propiedades reológicas del lodo por lo que se realizará verificación permanente de la calidad de los lodos y en caso de que no sean óptimos se enviará la mezcla a los tanques tipo FRAC TANK para su respectivo tratamiento.

- **Pruebas hidrostáticas realizadas a líneas de flujo, tanques y demás facilidades mecánicas.**

Esta prueba consiste en inyectar agua a presión a través de la tubería de acero, con el fin de verificar la resistencia tanto de la tubería como de las soldaduras, uniones de estas y la hermeticidad del sistema. La prueba hidrostática comprende la limpieza interna, calibración de la tubería, llenado (con agua), purga de aire, presurización, despresurización, desplazamiento de agua y secado de la tubería.

El agua para la prueba hidrostática será proveniente de los sistemas de separación ubicados en los Facilidades Centrales de Producción - CPF o Facilidades Satélites - FS o las que pudiera recibir de los campos o bloques con los que se realice entrega y/o recibo de fluidos; al igual que de las aguas lluvia que pudieran estar recolectadas en la infraestructura del Campo o recolectadas en campos con los que se tenga la posibilidad de entrega y/o recibo de fluidos.

- **Lavado de tanques, vehículos, maquinaria, equipos y demás facilidades que así lo requieran.**

El agua residual proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas será utilizada en el lavado de tanques, vehículos, maquinaria, equipos y demás facilidades que así lo requieran, así como el uso de agua de condensación generada por el aire acondicionado.

- **Actividades de limpieza y mantenimiento de contenedores, áreas comunes y áreas sociales.**

Las instalaciones de apoyo se refieren a la infraestructura de soporte como contenedores que servirán como alojamientos, oficinas, casinos, enfermería, unidades sanitarias, almacenamiento de insumos, manejo de residuos, entre otros, para lo cual se recirculará el agua residual doméstica y no doméstica (industrial) tratada para la limpieza y mantenimiento, así como áreas comunes y áreas sociales.

- **Actividades de lavandería.**

Para las actividades de lavandería, se recirculará el agua residual doméstica y no doméstica (industrial) tratada proveniente de otras actividades del proyecto.

- **Lavado de pisos y baños.**

El lavado de pisos y de baños se realizará con la recirculación de agua residual doméstica y no doméstica (industrial) tratada proveniente de otras actividades del proyecto y/o con aguas lluvias con regularidad durante la época de la alta precipitación.

- **Reciclaje de agua de retrolavado en PTAP**

El retrolavado de los lechos filtrantes en las plantas de tratamiento es un proceso que consiste en hacer pasar el agua en sentido contrario el funcionamiento normal del filtro con el fin de drenar las partículas saturadas. El agua utilizada en este proceso comprende cerca del 2 al 5% de agua ya

tratada, lo que corresponde según la capacidad a 7m^3/día, para dar seguimiento a esta actividad se debe diligenciar el formato establecido de acuerdo con la periodicidad de retrolavado para cuantificar el volumen de agua reciclada y realizar el cálculo de los indicadores planteados en el programa.

- **Humectación de vías y jardines.**

La humectación de vías y jardines se realizará mediante la recirculación de agua residual doméstica y no doméstica (industrial) tratada con el fin de controlar el material particulado generado por la maquinaria y equipos usados por el proyecto, teniendo en cuenta que esta actividad se realizará en las vías que permiten el acceso y movilización a lo largo del área de influencia físico biótica definida para el proyecto, así como la conectividad entre los diferentes bloques e infraestructura petrolera considerando en el artículo 2 y parágrafo del artículo 3 de la Resolución 1256 de 2021 que para el caso de la recirculación del agua residual en suelos de soporte de infraestructura llámese edificaciones operativas, de almacenamiento de fluidos y sólidos, de insumos y materias primas, vías y locaciones, no deberá generar escorrentía.

- **Inyección y reinyección**

Para la ejecución de las estrategias de desarrollo del proyecto de explotación de hidrocarburos en el Área de Desarrollo Bucare, se contempla la realización de actividades de inyección y reinyección de fluidos, para lo cual se solicita el permiso de inyección por recobro mejorado secundario y terciario mediante la técnica de waterflooding. La inyección se proyecta en el objetivo geológico T2.

Para la presente solicitud, se considera una presión de inyección comprendida entre 1.000 y 1.500 psi y un caudal de inyección entre 860 y 1.350 barriles de agua por día (BWPD) por pozo. Bajo estas condiciones, la estrategia de recobro se desarrollará en locaciones multipozo dentro del Área de Desarrollo, de conformidad con las tecnologías y métodos operativos descritos en el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Para mayor detalle de esta actividad, se puede consultar el Capítulo 2 – Descripción del Proyecto, en el cual se relacionan y describen las diferentes estrategias de desarrollo previstas para el proyecto Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare.