

Impacto hídrico de gasolineras en cuencas colombianas

Water impact of gas stations in colombian basins

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19795109>

Recibido: 2026-02-02 Aceptado: 2026-03-01

Gutiérrez Martínez, Andrés Felipe¹

Correo: qwerty.afgm@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-4430-721X>

Investigador independiente

Resumen

La preservación hídrica en Colombia se ve amenazada por el sector Downstream, específicamente, por las estaciones de servicio (EDS). Este estudio evalúa el riesgo de contaminación en la cuenca del Río Magdalena (Valledupar, Río Cesar), analizando vulnerabilidades en el almacenamiento y manejo de residuos peligrosos (RESPEL) bajo la normativa nacional. Los resultados identifican impactos críticos en el suelo y moderados en el agua debido a filtraciones de hidrocarburos, emisiones de COV y mala disposición de aceites. Como solución, se proponen estrategias de mitigación que incluyen ósmosis inversa, auditorías externas y gestión colaborativa de costos para cumplir con el ODS 6 y garantizar la integridad de los ecosistemas locales.

Palabras clave: Riesgo hidrológico, estaciones de servicio, cuencas sedimentarias, mitigación ambiental.

Abstract

Water conservation in Colombia is threatened by the downstream sector, specifically by service stations. This study assesses the risk of contamination in the Magdalena River basin (Valledupar, Río Cesar) by analyzing vulnerabilities in the storage and management of hazardous waste (RESPEL) under national regulations. The results identify critical impacts on soil and moderate impacts on water due to hydrocarbon seepage, VOC emissions, and improper oil disposal. As a solution, mitigation strategies are proposed, including reverse osmosis, external audits, and collaborative cost management, to meet SDG 6 and ensure the integrity of local ecosystems.

Keywords: Hydrological risk, service stations, sedimentary basins, environmental mitigation.

¹ Ingeniero de Petróleos, Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo y Técnico en Prevención de Riesgos Laborales. Investigador independiente.

Introducción

¿Cómo puede el desarrollo del sector hidrocarburífero en Colombia garantizar la protección efectiva de los recursos hídricos, sin comprometer la sostenibilidad ambiental ni los derechos de las comunidades locales?

Colombia es reconocida mundialmente por su riqueza en recursos hídricos, aunque esta riqueza no se distribuye de manera homogénea entre las regiones. La política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (GIRH) busca garantizar la sostenibilidad del mismo, reconociendo que el agua es un bien natural de uso público administrado por el Estado (Alcaldía de Medellín, 2009).

De acuerdo con Pascual (2017), la industria petrolera se organiza en tres segmentos que interactúan de forma distinta con los recursos hídricos:

- *Upstream (Aguas Arriba)*

Es la fase de Exploración y Producción (E&P). Aquí es donde se localiza el mayor consumo de agua y el contacto directo con las cuencas sedimentarias. En esta fase se suceden una serie de actividades: Sísmica, perforación de pozos y extracción en donde se generan grandes volúmenes de "agua de producción" (agua salada, y metales que salen junto al crudo). Si no se maneja bien, puede infiltrarse en acuíferos profundos de la cuenca.

- *Midstream (Intermedio)*

A menudo omitido en definiciones simplificadas, este sector es el puente logístico. Las actividades que aquí se realizan son: Transporte por oleoductos, gasoductos, y almacenamiento mayorista. Su impacto hídrico está relacionado con los derrames por fallas de integridad en la infraestructura que atraviesa ríos o zonas de recarga hídrica.

- *Downstream (Aguas Abajo)*

Es la etapa de Refinación, Distribución y Comercialización. Es el punto más cercano al consumidor final. En esta etapa existe un procesamiento del crudo en refinerías para obtener gasolinas, diésel y lubricantes, y su posterior venta en estaciones de servicio (EDS). El impacto hídrico es importante porque es aquí donde el riesgo se vuelve capilar y urbano, afectando cuencas superficiales y aguas subterráneas someras.

La relación entre la frase y la contaminación por EDS se explica mediante la vulnerabilidad de las cuencas sedimentarias. Una cuenca sedimentaria no es solo donde se origina el petróleo; es también un sistema de capas de roca y arena que almacena agua (acuíferos).

¿Cómo ocurre la contaminación en el Downstream?

Según la Normas ISO 14001, las estaciones de servicio se ubican sobre estas cuencas. El engrane crítico sucede a través de los Sistemas de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (UST):

- *Fugas silenciosas*: Tanques viejos o mal mantenidos pueden presentar fisuras. Al estar bajo tierra, el combustible se filtra directamente al suelo de la cuenca sedimentaria.
- *Lixiviación y migración*: Debido a la porosidad de los sedimentos, los hidrocarburos (especialmente componentes volátiles como benceno, tolueno y xileno - BTEX) viajan hacia abajo por gravedad hasta alcanzar el nivel freático.
- *Contaminación de acuíferos*: Una vez que el combustible toca el agua subterránea, crea una "pluma de contaminación" que se desplaza con el flujo del agua, pudiendo inhabilitar pozos de agua potable a kilómetros de distancia.

Síntesis de la problemática

Dado que Colombia depende económicamente de este sector (ingresos y exportaciones), existe una tensión constante entre el beneficio financiero y la seguridad hídrica. Mientras el Upstream presiona las fuentes de agua por volumen de uso y vertimientos industriales, el Downstream (estaciones de servicio) representa un riesgo de contaminación química puntual pero masiva para las reservas de agua subterránea que residen en las mismas cuencas sedimentarias.

La gestión de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y las normativas locales buscan que el crecimiento del sector no comprometa la integridad de estas cuencas, exigiendo sistemas de doble pared en tanques y monitoreo constante de pozos de observación en las estaciones.

En la fase de exploración y perforación, se requiere la utilización de grandes volúmenes de agua (Anderson et al., 2012). Las operaciones de perforación, principalmente en regiones como la Orinoquía, que concentra el 74% de la producción petrolera nacional, generan aguas residuales industriales y domésticas con alto potencial contaminante (ANLA, 2014).

1. Fundamentación teórica

1.1. Eslabón downstream

Las estaciones de servicio (EDS) se ubican en el área downstream de la cadena de valor de hidrocarburos (Ya descrito). Su operación incluye el despacho de combustible, servicios complementarios (cambio de aceite, lavado de autos, reparación de llantas) y actividades administrativas.

1.2. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)

De acuerdo con Vásquez (2020), la gestión adecuada de estas operaciones busca evitar impactos negativos al ambiente, especialmente, al suelo. Compañías como TERPEL S.A. han implementado Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) bajo el modelo Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).

Las EDS generan residuos peligrosos como aceite usado, filtros metálicos impregnados de aceite, tarros plásticos contaminados con hidrocarburos y material absorbente (estopas, textiles) contaminado con aceites y combustibles.

Existe una disparidad entre el alto costo de disposición final y tratamiento legal de los residuos peligrosos (RESPEL) versus el valor económico que estos residuos alcanzan en mercados informales (como chatarrerías o aserraderos).

- Contaminantes en EDS

El manejo de RESPEL se basa en la Ley 1252 de 2008 y el Decreto 4741 de 2005. Se requiere un control diario a los niveles de fluido y un correcto control de inventarios para asegurar que no haya variaciones significativas.

La verificación de los niveles de agua en los tanques es obligatoria, y cualquier entrada súbita de agua debe ser investigada inmediatamente para descartar problemas en el tanque que ocasionen fugas de combustible.

En las EDS se generan aguas residuales de lavado y, potencialmente, por mezcla, con aguas de lluvias. Se debe obtener un permiso de vertimientos para la descarga a un cuerpo de agua, alcantarillado o suelo, de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984. Los tanques de almacenamiento y tuberías de llenado y conducción se encuentran enterrados, lo que les confiere fácil acceso a los cuerpos hídricos y suelos. Por lo tanto, se requiere la realización periódica de pruebas de hermeticidad de los tanques y tuberías (que no superen los cinco años) y el control diario de inventarios para detectar fugas de combustible.

La actividad de suministro de combustible genera emisión de gases o vapores y compuestos orgánicos volátiles que contaminan el aire.

- *Contaminación atmosférica (gases y vapores de gasolina)*

La contaminación del aire es un aspecto de salida identificado en las EDS. La principal fuente de contaminación atmosférica son las emisiones de gases o vapores que se generan durante el suministro de combustible (tanqueo de vehículos). Estas emisiones se clasifican como emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV). Para mitigar esta contaminación, los operarios deben evitar derrames, goteos o salpicaduras de producto al momento de despachar el combustible. Además de los vapores, las actividades de limpieza y barrido pueden generar material particulado (ANLA, 2014).

La contaminación atmosférica asociada a los combustibles en las EDS se manifiesta, principalmente, a través de la emisión de vapores de gasolina, identificada como un aspecto ambiental de salida durante las actividades, como el suministro de combustible. Este aspecto resulta en el impacto ambiental de contaminación al aire, un problema reconocido en la industria de hidrocarburos generado por emisiones de gases.

Dichas emisiones son ricas en compuestos orgánicos volátiles (COV), cuya composición en el vapor del combustible está dominada por aromáticos y n-heptano. Los contaminantes orgánicos liberados incluyen alcanos, alquenos y aromáticos, como el benceno y el tolueno. Los estudios indican que la composición de los COV en el vapor de la gasolina es distinta a la composición de los COV en el vapor del diésel. Además, aunque la reducción del contenido aromático en el combustible puede disminuir las emisiones de benceno y tolueno, también puede provocar un aumento en las emisiones de aldehídos.

- *Contaminación de acuíferos y suelo (fugas subterráneas)*

Según Custodio y Llamas (2001), el mayor riesgo de contaminación a los acuíferos y al suelo está asociado a las fugas o pérdidas de contención de los productos almacenados en el subsuelo. Los tanques de almacenamiento y las tuberías de llenado y conducción se encuentran enterrados, lo que les confiere fácil acceso a los cuerpos hídricos y suelos.

Para prevenir la filtración de hidrocarburos al subsuelo y, por ende, a los acuíferos, es indispensable: realizar pruebas de hermeticidad de los tanques y tuberías de distribución con una frecuencia no superior a cinco años; llevar un correcto control de inventarios y realizar mediciones diarias al tanque para detectar variaciones significativas o la ausencia de agua; verificar diariamente la salmuera de los tanques de doble contención (líquido que se encuentra en el intermedio del tanque interno y externo) para descartar fallas en los tanques por fuga de combustible.

La contaminación de los acuíferos (agua subterránea) por filtración de vertimientos contaminados se clasifica como un impacto moderado. La contaminación del recurso suelo por la inadecuada gestión de residuos peligrosos es un impacto crítico.

Los contaminantes pueden generar minerales tóxicos en el suelo, deteriorar su estructura y causar pérdida de materia orgánica y nutrientes minerales (como potasio, sodio, sulfato y nitrato). Esto es lo que se llama impacto hidrogeológico.

En resumen, la contaminación por fluidos, combustibles y derivados del petróleo en las EDS se debe a la emisión de COV durante el despacho, la filtración de combustible desde tanques y tuberías subterráneas (que afecta la hidrogeología), y el vertimiento y mala disposición final de RESPEL (principalmente aceites, filtros y lodos) que contaminan el suelo de forma crítica y el agua superficial y subterránea de forma moderada.

La gestión de la contaminación generada por la industria petrolera, desde la producción de fluidos residuales hasta la distribución en las estaciones de servicio (EDS), está intrínsecamente ligada al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6: Agua Limpia y Saneamiento de la Agenda 2030, cuyo propósito es garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

La alta captación de agua requerida para la preparación de fluidos de perforación causa el agotamiento de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, lo que compromete la disponibilidad del recurso. El riesgo de contaminación crítica del suelo y moderada del agua por

la mala disposición de residuos sólidos peligrosos (RESPEL) en las EDS y los altos valores de conductividad por sales (cloruros y sulfatos) en las aguas residuales industriales deterioran la calidad del agua, un problema exacerbado por el hecho de que más de un millón de ciudadanos no tienen acceso a agua potable en Colombia.

1.3. Problemática de las EDS

De acuerdo con Campbell y Reyes (2015), las EDS son el punto de contacto más sensible entre la industria y el entorno urbano o rural. La problemática de las EDS, hoy en día es compleja, ya que, no solo enfrentan desafíos operativos y de seguridad, sino también una presión externa por la transición energética y cambios económicos drásticos.

A continuación, se presentan los puntos críticos estructurados por áreas de impacto:

a) Problemática económica y de rentabilidad

Es quizás el desafío más inmediato para los dueños de estaciones:

- *Márgenes de ganancia reducidos*: Los precios de los combustibles suelen estar regulados o controlados por grandes petroleras, dejando un margen operativo muy pequeño que se ve absorbido por la inflación y el aumento de costos fijos
- *Costos de medios de pago*: En varios países, las comisiones de tarjetas de crédito y los plazos de acreditación superan la utilidad neta por litro, obligando a algunas estaciones a aceptar solo efectivo o débito.
- *Cargas impositivas y tasas*: La creación de nuevas tasas locales (como la "tasa vial") y los impuestos específicos al carbono o a los combustibles líquidos presionan aún más el precio final sin beneficio para la EDS.

b) Problemática de Seguridad y Salud (SST)

Las EDS son entornos de alto riesgo por la naturaleza de los productos que manejan.

- *Exposición a agentes químicos*: Los trabajadores están expuestos diariamente a vapores de benceno y otros hidrocarburos, lo que a largo plazo puede generar enfermedades crónicas si no hay rotación o equipo de protección adecuado.
- *Riesgos de seguridad física*: Al manejar efectivo y operar en horarios nocturnos, son blancos frecuentes de robos y violencia.

- *Accidentalidad vial*: El flujo constante de vehículos en la EDS aumenta el riesgo de atropellamientos o colisiones contra las islas de surtidores.

c) *Problemática operativa y ambiental*

- *Infraestructura obsoleta*: El mantenimiento de tanques de almacenamiento subterráneo es costoso. Las fugas no detectadas pueden contaminar suelos y mantos acuíferos, generando multas ambientales millonarias.

- *Pérdidas "silenciosas"*: Variaciones en la temperatura del combustible causan expansión o contracción del líquido, lo que genera diferencias entre el volumen comprado y el vendido.

- *Controles gubernamentales*: Inspecciones más rigurosas (como las recientes en Colombia o Brasil) han revelado que muchas estaciones operan con equipos corroídos, falta de dotación para empleados o documentación desactualizada.

d) *Desafío de la transición energética*

Este es el problema a medio y largo plazo:

- *Incertidumbre en el modelo de negocio*: El aumento de vehículos eléctricos y el uso de energías alternativas plantea la duda de si las EDS seguirán siendo rentables vendiendo solo fósiles

- *Altos costos de conversión*: Transformarse en "electrolineras" (centros de carga eléctrica) requiere una inversión en infraestructura eléctrica que muchas estaciones independientes no pueden financiar.

2. Metodología

Según U.S. Environmental Protection Agency (EPA 2014), el abordaje de contaminantes en las EDS se maneja bajo una metodología técnica rigurosa orientada a la caracterización del sitio y la mitigación de riesgos ambientales. De acuerdo con esto, se desglosará la metodología por contaminante

2.1. Contaminantes hidrogeológicos e hidrológicos (agua subterránea y superficial)

Este componente se enfoca en los riesgos asociados a la contaminación del agua, tanto subterránea (hidrogeológico) como superficial (hidrológico). La contaminación del agua y/o suelo es uno de los impactos de prioridad alta en las EDS.

El programa de manejo de vertimientos domésticos e industriales busca establecer especificaciones para sistemas eficientes de tratamiento de aguas. Una gestión inadecuada de vertimientos puede ser penalizada, ya que se han reportado casos donde las EDS generan vertimientos a fuentes superficiales o alcantarillado sin permiso, incumpliendo la ley.

2.2. Contaminación por residuos peligrosos

La inadecuada gestión de RESPEL puede deberse a la falta de capacitación del personal, o al factor económico, ya que, el valor de disposición adecuada es alto, llevando a desviar residuos como filtros y aceites usados a mercados informales, incumpliendo la ley.

Entre los mecanismos de control tenemos: clasificación adecuada, almacenamiento seguro, transporte a gestores autorizados y llevar una bitácora de generación y disposición.

Es fundamental contar con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Peligrosos (PGIRSP) e implementar estrategias de capacitación.

2.3. Contaminantes de aire

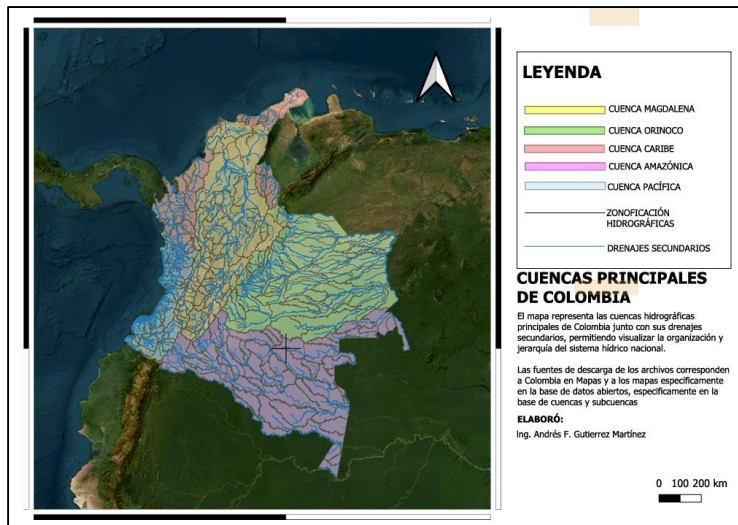
Este componente se centra en las emisiones atmosféricas, principalmente generadas por el manejo de combustibles y las actividades de limpieza en las estaciones de servicio. Entre los mecanismos de control sugeridos en las fuentes para mitigar la contaminación del aire están: evitar derrames, goteos y salpicaduras; implementar buenas prácticas en la limpieza.

3. Resultados

3.1. EDS en el contexto de Valledupar y la Cuenca del Cesar

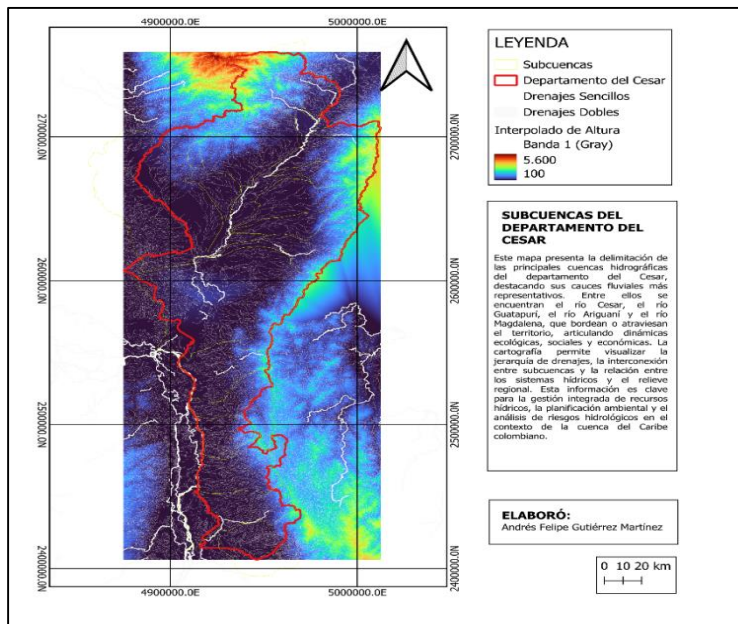
De la información obtenida de la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) (2011-2031), el Río Cesar es un recurso hídrico vital y una unidad hidrogeológica importante en Colombia, ocupa 280 kms, desde la Sierra Nevada de Santa Marta hasta su desembocadura en el Río Magdalena, específicamente, en la Ciénaga de Zapatosa. La cuenca abarca una extensión de, aproximadamente, 1.776.900 hectáreas y está localizada al sureste de la Sierra Nevada de Santa Marta y al occidente de la Serranía de Perijá.

Figura 1. Mapa de cuencas principales de Colombia y drenajes principales.



Fuente: Elaboración propia con Base de datos Abiertos Colombia

Figura 2. Modelo digital de elevación (DEM) de la Cuenca del Río Cesar



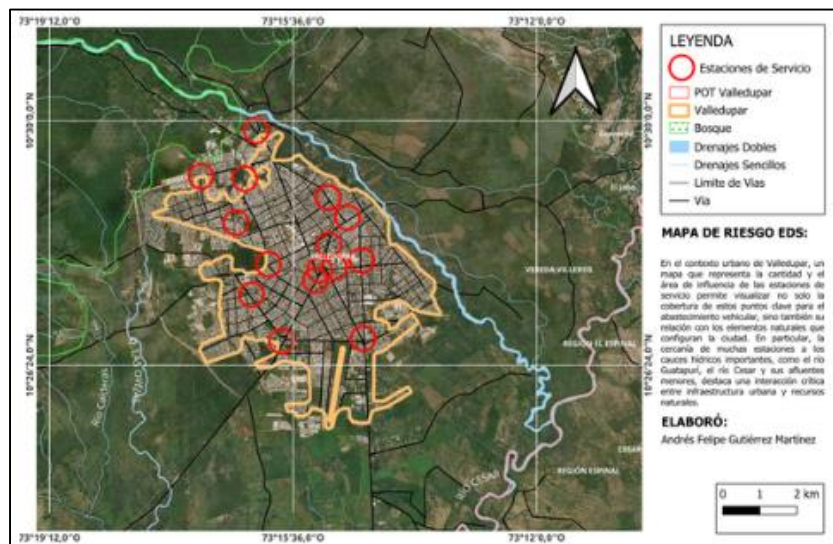
Fuente: Elaboración propia a partir de datos Abiertos Colombia

La información anterior se complementó, con la proporcionada por el Sistema de Información de Combustibles (SICOM), plataforma tecnológica oficial del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, de la cual se obtuvo que el Departamento del Cesar posee 247 EDS activas, con un precio promedio por galón de \$11,991 y un volumen total adquirido de 1,057,589,940 galones de combustible líquido.

El análisis de la situación de las estaciones de servicio (EDS) en el contexto de Valledupar requiere enfocarse en la información disponible para el departamento del Cesar y el papel de Valledupar como centro urbano.

Según la caracterización del sector de las EDS por departamento, el Cesar cuenta con un número significativo de estaciones abastecidas por mayoristas principales: 83 por ORGANIZACIÓN TERPEL SA, 21 por CI ECOSPETROLEO SA y 35 por PETROMIL SAS, sumando al menos 139 EDS registradas bajo estas compañías y un total de 17 estaciones de servicio para Valledupar.

Figura 3. Distribución espacial de (EDS) en Valledupar, Cesar



Fuente: Elaboración propia con base en datos Abiertos Colombia

Conclusión

Tras el análisis exhaustivo de las variables técnicas y el comportamiento de los datos, se concluye que:

- *Existe una deficiencia estructural en el manejo de RESPEL*

Existe una gestión de residuos peligrosos deficiente en las EDS atribuible, en parte, a la falta de capacitación del personal y a la ausencia o incumplimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Peligrosos (PGIRSP).

Desde un punto de vista técnico-económico, el alto costo de la disposición adecuada incentiva la desviación de residuos peligrosos (como aceites y filtros) hacia canales informales, aumentando, críticamente, el riesgo de contaminación del suelo y agua.

Los vertimientos de aguas asociadas a hidrocarburos (incluso las de limpieza industrial, por analogía con los estudios de perforación) presentan altos niveles de contaminantes, especialmente sales (conductividad y cloruros), superando los valores máximos permisibles establecidos en la normativa colombiana (Decreto 475 de 1998 y Resolución 0631 de 2015). Esto evidencia que los tratamientos convencionales no son suficientes para cumplir con los estándares de calidad requeridos antes de la disposición final.

- *Necesidad de integración sistémica (SGA)*

El cumplimiento ambiental y la prevención de riesgos requieren una integración efectiva del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), basado en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de la norma ISO 14001. Los planes de manejo ambiental y de contingencia deben ser documentos guía preventivos, predictivos y reactivos, con el fin de evitar pasivos ambientales.

Recomendaciones

Desde el ámbito de la ingeniería y la gestión técnica, se recomienda:

- *Implementar tecnologías avanzadas de tratamiento hídrico*

a) Para los vertimientos más contaminantes o aguas de proceso con alta carga de sólidos disueltos (sales) o hidrocarburos, se debe proponer y financiar el uso de tratamientos terciarios

b) La osmosis inversa (OI) es la tecnología de membrana recomendada, ya que demostró el mayor porcentaje de eficiencia de remoción de contaminantes (90-95% de sólidos disueltos). Este enfoque de ingeniería garantizaría el cumplimiento de la norma, especialmente para parámetros como la conductividad y los cloruros.

c) Proponer la recirculación del agua tratada (utilizando la OI) para minimizar la captación de recursos hídricos y reducir las descargas al ambiente, promoviendo la sostenibilidad y eficiencia en el uso del agua.

- *Optimización y control de infraestructura para RESPEL*

Mejorar las condiciones físicas y estructurales de los cuartos de almacenamiento temporal de RESPEL en las EDS. Esto incluye asegurar que cumplan con los lineamientos normativos colombianos para el almacenamiento seguro, previniendo fugas al suelo. Diseñar e implementar procedimientos operacionales detallados y obligatorios (como parte del SGA) para la clasificación, segregación y almacenamiento de residuos (aceites, filtros, trapos contaminados, llantas), lo cual disminuye la cantidad de residuos peligrosos que deben ser incinerados.

- *Fortalecimiento del monitoreo y auditoría técnica*

a) Implementar un programa de medición y monitoreo sistemático de los aspectos ambientales significativos (vertimientos, emisiones, residuos). Exigir que los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) sean auditados o intervenidos por agentes externos al gobierno. Esto aseguraría que la información reportada por las empresas sobre la calidad de los vertimientos y el manejo ambiental sea

b) acertada y veraz, mejorando la efectividad del seguimiento ambiental por parte de las autoridades

- *Enfoque de gestión colaborativa para costos*

Dado que el factor económico es una barrera para la disposición adecuada, se recomienda a nivel de gremio o asociación (ingeniería económica/gestión) formar grupos de EDS para contratar el servicio de recolección y disposición final de RESPEL en conjunto, reduciendo el costo por kilogramo y promoviendo el cumplimiento legal masivo.

Referencias

- Alcaldía de Medellín. (2009). *Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones de Servicio*. Servicio de Gestión Integral.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos*. (pp. 77–78).
- Campbell, J. & Reyes-Picknell, J. (2015). *Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management*. CRC Press.
- Colombia en Mapas. (s.f.). *Datos Abiertos - Sistema de Información Geográfica*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). <https://www.colombiaenmapas.gov.co>
- Contaminantes en EDS (2005-2008). Manejo de RESPEL se basa en la Ley 1252 y Decreto 4741
- Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR). *Plan de Gestión Ambiental Regional* (PGAR) 2011-2031.
- Custodio & Llamas (2001). *Hidrología Subterránea*. Ediciones Omega.
- Decreto N.º 475. (1998). *Normas técnicas de calidad del agua potable*. Alcaldía de Medellín.
- Estaciones de Servicio abastecidas por mayoristas principales: Organización Terpel SA, CI Ecospetroleo SA y Petromil SAS.
- Gestión de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y normativas colombianas.
- Manejo de RESPEL (2005): *Ley 1252 de 2008 y Decreto 4741*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 0631 del 2015*. Colombia.
- Normas ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental (aplicado a la operatividad de estaciones)
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6: *Agua Limpia y Saneamiento de la Agenda 2030*
- Pascual, R. (2017). *La cadena de valor de la industria petrolera*. Editorial Reverté.
- Permisos de vertimientos para la descarga a un cuerpo de agua (1984). Decreto 1594.
- U.S. Environmental Protection Agency. (EPA, 2014). *Guide to Assessing and Managing the Site-Specific Environmental Hazards to Groundwater at UST Sites*
- Sistema de Información de Combustibles (SICOM). Plataforma tecnológica oficial del Ministerio de Minas y Energía de Colombia
- Vásquez, J. S. (2020). *Lineamientos para la gestión del riesgo en estaciones de servicio de gasolina en Bogotá*.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **Gutiérrez Martínez, Andrés Felipe**, declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual

relacionados con el contenido del artículo: **Impacto hídrico de gasolineras en cuencas colombianas**, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad. El autor declara que, en la preparación de este manuscrito, no utilizó herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

Para citar este artículo:

Gutiérrez, A. (2026). Impacto hídrico de gasolineras en cuencas colombianas. *PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía*. Vol. 2, núm. 2, abril-junio, 2026. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19795109>